

EVAPORTANSPIRAÇÃO REAL DA CULTURA DO MILHO COMO BASE AOS PROJETOS DE IRRIGAÇÃO

RUBENS SCARDUA

Engenheiro Agrônomo

Instrutor do Departamento de Engenharia Rural
E. S. A. «Luiz de Queiroz» - U. S. P.

Tese para Doutorado apresenta-
da à Escola Superior de Agricultura
«Luiz de Queiroz», Universidade de
São Paulo

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

1970

A minha mãe

A memória de meu pai

A minha esposa e filhos

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Justo Moretti Filho, orientador deste trabalho e a quem devemos nossa iniciação nos trabalhos de pesquisa e científicos.
- Ao Prof. Humberto de Campos, pela orientação na análise estatística.
- Ao Prof. Nilson A. Villa Nova pelas sugestões apresentadas.
- Aos demais colegas e funcionários do Departamento, de um modo particular, e a todos aqueles que de uma ou outra forma, contribuíram para realização deste trabalho.

Í N D I C E

Página

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
	2.1 - Métodos de campo	4
	2.1.1 - Determinação das variações do teor de umidade do perfil natural do solo	4
	2.1.2 - Emprego do lisímetro	5
	2.1.3 - Pela entrada e saída de água de uma bacia hidrográfica em determi- nado período	5
	2.2 - Métodos climatológicos	6
	2.2.1 - Métodos baseados em análise de fe- nômenos físicos	6
	2.2.2 - Métodos baseados na evaporação de água livre de tanques	7
	2.3 - Métodos baseados em fórmulas empíricas ...	7
	2.3.1 - Fórmula de THORNTHWAITE,.....	8
	2.3.2 - Fórmula de BLANEY e CRIDDLE	8
	2.3.3 - Fórmula de MAKKINK	8
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
	3.1 - Material	13
	3.1.1 - Campo experimental	13
	3.1.2 - Solo	13
	3.1.2.1 - Características físicas,	14
	3.1.2.2 - Umidade do solo	17
	3.1.3 - Características químicas	18
	3.1.4 - Cultura - <u>Zea mays L.</u>	18

3.1.5	- Equipamento de irrigação	20
3.1.6	- Instrumentos meteorológicos	20
3.1.7	- Acessórios	21
3.2	- Métodos	22
3.2.1	- Delineamento experimental	22
3.2.2	- Instalação do experimento	25
3.2.3	- Condução da irrigação	25
3.2.4	- Determinação da umidade do solo	26
3.2.5	- Determinação da evapotranspiração real	27
3.2.6	- Determinação da evaporação	28
3.2.7	- Métodos de análise	29
3.2.7.1	- Produção	29
3.2.7.2	- Evapotranspiração real e evaporação do tanque Clas- se "A"	29
3.2.7.3	- Correlação entre a evapo- transpiração real e evapo- ração do tanque Classe "A"	30
3.2.7.4	- Determinação do intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspi- ração real e da evaporação	31
4	- RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	- Produção	44
4.1.1	- Produção em 1966	44
4.1.2	- Produção em 1967	45
4.1.3	- Produção em 1968	45
4.2	- Evapotranspiração real da cultura de milho..	48
4.2.1	- Análise de variância da ER do Trata- mento 3 relativo ao 1º estágio	71
4.2.1.1	- Evapotranspiração real ocorrida no 1º estágio de 1966 (24/9 a 18/10)	87

4.2.1.2	- Evapotranspiração real ocorrida no 1º estágio de 1967 (13/9 a 7/10)...	87
4.2.1.3	- Evapotranspiração real ocorrida no 1º estágio de 1968 (24/9 a 18/10)..	88
4.2.1.4	- Comparação dos coeficien <u>tes</u> angulares e lineares das equações de regressão linear, relativa ao 1º <u>es</u> tágio	90
4.2.1.5	- Determinação da <u>evapo</u> - transpiração real média do 1º estágio do <u>Tratamen</u> to 3	92
4.2.1.6	- Estudo do intervalo de confiança dos valores es- timados da <u>evapotranspira</u> <u>ção</u> real média	93
4.2.2	- Análise da variância da ER do <u>Trata</u> <u>mento</u> 3 relativa ao 2º estágio	96
4.2.2.1	- Evapotranspiração real ocorrida no 2º estágio de 1966 (19/10 a 17/11)	96
4.2.2.2	- Evapotranspiração real ocorrida no 2º estágio de 1967 (8/10 a 6/11)	96
4.2.2.3	- Evapotranspiração real ocorrida no 2º estágio de 1968 (19/10 a 17/11)	97
4.2.2.4	- Comparação dos coeficien <u>tes</u> angulares e lineares das equações de regressão linear, relativa ao 2º <u>es</u> tágio	99

4.2.2.5	- Determinação da evapotranspiração real média do 3º estágio do Tratamento 3	101
4.2.2.6	- Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspiração real média	102
4.2.3	- Análise de variância da ER do Tratamento 3 relativa ao 3º estágio	105
4.2.3.1	- Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1966 (18/11 a 12/12)	105
4.2.3.2	- Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1967 (7/11 a 1/12)	106
4.2.3.3	- Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1968 (18/11 a 12/12)	106
4.2.3.4	- Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão linear, relativa ao 3º estágio	108
4.2.3.5	- Determinação da evapotranspiração real média no 3º estágio do Tratamento 3	110
4.2.3.6	- Estudo do Intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspiração real média	111

4.3. - Evaporação do Tanque Classe "A"	117
4.3.1 - Análise da variância da evaporação ocorrida no 1º estágio do Tratamento 3	117
4.3.1.1 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1966 (24/9 a 18/10)	117
4.3.1.2 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1967 (13/9 a 7/10)	118
4.3.1.3 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1968 (24/9 a 18/10)	119
4.3.1.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 1º estágio	119
4.3.1.5 - Determinação da evaporação média durante o 1º estágio do Tratamento 3.	122
4.3.1.6 - Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evaporação média	123
4.3.2 - Análise da variância da evaporação ocorrida durante o 2º estágio do Tratamento 3	126
4.3.2.1 - Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1966 (19/10 a 17/11)	126
4.3.2.2 - Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1967 (8/10 a 6/11)	126

4.3.2.3	- Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1966 (19/10 a 17/11)	127
4.3.2.4	- Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão relativa ao 2º estágio...	129
4.3.2.5	- Determinação da evaporação média durante o 2º estágio do Tratamento 3	131
4.3.2.6	- Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evaporação média...	132
4.3.3	- Análise da variância da evaporação ocorrida durante o 3º estágio do Tratamento 3	134
4.3.3.1	- Evaporação ocorrida no 3º estágio de 1966 (18/11 a 12/12)	134
4.3.3.2	- Evaporação ocorrida no 3º estágio de 1967 (7/11 a 1/12)	134
4.3.3.3	- Evaporação ocorrida no 3º estágio de 1968 (18/11 a 12/12)	135
4.3.3.4	- Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 3º estágio....	137
4.4	- Correlações entre a evapotranspiração e evaporação	142
4.4.1	- Correlação entre a ER e Eo do 1º estágio (Tratamento 3)	143

4.4.2 - Correlação entre ER e Eo do 2º estágio (Tratamento 3)	144
4.4.3 - Correlação entre a ER e Eo do 3º estágio (Tratamento 3)	145
4.5 - Determinação do coeficiente K de proporcionalidade entre a evapotranspiração real e evaporação do tanque Classe "A"	146
5 - CONCLUSÕES	150
6 - RESUMO	154
7 - SUMMARY	156
8 - BIBLIOGRAFIA CITADA	158

F I G U R A S

Fig. 1 - Planta do campo experimental sistematiza do para 1966	16
Fig. 2 - Cilindro de UHLAND, com os .. respectivos anéis de alumínio	19
Fig. 3 - Dispositivo de chapa de ferro para, .. de- terminação da capacidade de campo,	19
Fig. 4 - Tubo amostrador de VEIHMEYER	23
Fig. 5 - Instalação do tanque Classe "A"	23
Fig. 6 - Planta do campo experimental sistematiza do para 1967 e 1968	24
Fig. 7 - Produção de milho em relação aos níveis de umidade. Tratamento 3	47
Figs. 8 a 12 - Evapotranspiração real acumulada em milímetros da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 1 a 5	65
Fig. 13 - Evapotranspiração real em função do tem- po, 1º estágio. Tratamento 3	89
Fig. 14 - Evapotranspiração real média em função do tempo, 1º estágio. Tratamento 3 ...	95
Fig. 15 - Evapotranspiração real em função do tem- po, 2º estágio. Tratamento 3	98

- XII -

Fig. 16	- Evapotranspiração real média em função do tempo, 2º estágio. Tratamento 3.....	103
Fig. 17	- Evapotranspiração real em função do tempo, 3º estágio. Tratamento 3	107
Fig. 18	- Evapotranspiração real média em função do tempo, 3º estágio. Tratamento 3	113
Fig. 19	- Evaporação em função do tempo, relativo ao 1º estágio. Tratamento 3	120
Fig. 20	- Evaporação média em função do tempo relativo ao 1º estágio Tratamento 3	125
Fig. 21	- Evaporação em função do tempo, relativo ao 2º estágio. Tratamento 3	128
Fig. 22	- Evaporação média em função do tempo, relativo ao 2º estágio. Tratamento 3	133
Fig. 23	- Evaporação em função do tempo, relativo ao 3º estágio. Tratamento 3	136

Q U A D R O S

QUADRO	1 - Análise mecânica do perfil do solo da área experimental	15
QUADROS 2 e 3	- Valores da capacidade de campo, ponto de murchamento permanente e peso específico aparente. Ano de 1966 e anos de 1967 e 1968	17
QUADRO	4 - Análise química do solo	18
QUADROS 5-16	- Dados climatológicos dos meses de setembro a dezembro dos anos de 1966, 1967 e 1968	32
QUADROS 17-19	- Produção do milho em 1966, 1967 e 1968	45

QUADROS 20-34	- Evapotranspiração real e diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para os anos de 1966, 1967 e 1968 respectivamente relativos a todos os Tratamentos (1 a 5)	50
QUADRO 35	- Divisão do ciclo vegetativo em três estágios	69
QUADROS 36-50	- Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura de milho, para os anos de 1966, 1967 e 1968 respectivamente relativos a todos os Tratamentos (1 a 5)	72
QUADRO 51	- Valôres médios acumulados, em milímetros, da ER média observada, estimada; valôres do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao 1º estágio do Tratamento 3.	94
QUADRO 52	- Valôres médios acumulados, em milímetros, da ER média observada, estimada; valôres do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao 2º estágio do Tratamento 3.	104
QUADRO 53	- Valôres médios acumulados, em milímetros, da ER média observada, estimada; valôres do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao 3º estágio do Tratamento 3.	112

QUADROS 54-58	- Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração acumulada em milímetros em função do tempo em dias relativos a todos os Tratamentos (1 a 5)	114
QUADRO 59	- Valôres médios acumulados, em milímetros, da evaporação média observada, estimada; e valôres do intervalo de confiança acumulados em milímetros referentes ao período do 1º estágio do Tratamento 3	124
QUADRO 60	- Valôres médios acumulados, em milímetros, da evaporação média observada, estimada; e valôres do intervalo de confiança acumulados em milímetros referentes ao período do 2º estágio do Tratamento 3	132
QUADROS 61-65	- Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm em função do tempo (T) em dias relativos a todos Tratamentos (1 a 5)	137
QUADROS 66-68	- Valôres de ER e Eo observados acumulados, em milímetros, relativos ao 1º, 2º e 3º estágios dos anos de 1966, 1967 e 1968. Tratamento 3	144
QUADRO 69	- Valôres observados e médios de ER e Eo, em milímetros, de cada estágio, relativos ao Tratamento 3, durante os três anos. Valôres de K	148
QUADRO 70	- Valôres das correlações da ER e Eo dos Tratamentos 1,2, 4 e 5	149

1 - INTRODUÇÃO

O conhecimento do consumo de água pelas plantas é, para o técnico ou para quem vai fazer uso da irrigação, um dado fundamental na elaboração de projetos, constituindo ainda, um subsídio valioso no estudo das previsões de reserva de água ou quantidade de água a aplicar na agricultura irrigada.

Com o propósito de atender àqueles que necessitam de dados à respeito, quase sempre desconhecidos nas nossas condições de clima e solo, nos propusemos a desenvolver este trabalho, que se fundamenta na determinação do consumo de água pela cultura do milho.

Dado as características climáticas das regiões úmidas, a irrigação não tem constituído uma prática rotineira como fator de produção, como atribuição às poucas pesquisas que tem se desenvolvido no aspecto em causa.

É notória, entretanto, a irregularidade de distribuição anual das precipitações pluviométricas, e despertado o interesse ao conhecimento da exigência particular em água das culturas que apresentam valor econômico ao país, ao lado dos progressos técnicos de nossa agricultura, temos notado que o emprego da irrigação está ganhando novo

impulso.

Atualmente, é patente a necessidade dos estudos aqui formulados, bem como a aplicação de seus resultados. Assim é que nos damos por satisfeitos em determinar, sob base experimental, com observação de campo, o consumo de água fazendo uso de fórmulas especificamente preconizadas, com precisão de resultados que dependem das condições locais de solo e clima.

Pesquisas desta natureza nos permitem, ainda, fazer um confronto com os resultados das fórmulas existentes, confirmando ou não a sua validade para as nossas latitudes ou introduzindo fatores de correção, para o ajuste aos resultados sob nossas condições de campo.

Ultimamente têm-se intensificado o emprego dos dados de evaporação obtidos pelo tanque Classe A, recomendado pelo U.S. Weather Bureau, para auxiliar na estimativa do consumo de água das plantas. O equipamento, além de prático e econômico na sua confecção, é um dispositivo adequado aos métodos meteorológicos de determinação da evapotranspiração.

No presente trabalho, além do estudo da evapotranspiração real de uma cultura de milho tomada como referência, pretendemos ter verificado a importância da informação obtida pelo tanque de evaporação Classe A padrão, na estimativa das necessidades de água de irrigação pela referida cultura.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No estudo do consumo de água pelas plantas cultivadas, esta característica constitui um parâmetro fundamental no desenvolvimento de projetos de irrigação, no que tange principalmente, às previsões das reais necessidades em água exigidas pelas culturas ou vegetação nativa, para estabelecer o balanço hídrico de uma determinada área em cultivo.

De acordo com BLANEY (1952), define-se como "uso consuntivo" a soma dos volumes de água consumida na transpiração e formação dos tecidos da planta, mais aquela evaporada do solo adjacente, durante algum tempo especificado, dividida pela área cultivada.

Frequentemente, o uso consuntivo é expresso em milímetros de altura d'água, relativamente à área em cultivo, por ciclo de produção.

Desde que a definição envolve a água evaporada da superfície do solo, bem como a água fixada e transpirada pela planta, o termo "evapotranspiração" é considerado como sinônimo de "uso consuntivo".

Segundo Van BAVEL (1961), "evapotranspiração" significa o processo do movimento da água da superfície

terrestre para a atmosfera, na forma de vapor. Inclui as sim, a evaporação da água da superfície do solo e da plan ta, bem como a transpiração da água pelas fôlhas e o flu xo líquido do vapor de água, através da interface líqui do-ar no espaço poroso livre do solo.

THORNTHWAITE (1948) define "evapotranspira ção potencial" (EP) como a perda de água resultante da evaporação e transpiração, em uma superfície natural, reu nindo duas condições: a) a superfície deve estar total- mente coberta por vegetação em fase ativa de crescimento; b) o teor de umidade do solo deve estar próximo à capaci- dade de campo. Na ausência de algum destes fatôres, a evapotranspiração observada é denominada de "evapotranspi ração real" (ER).

Vários métodos têm sido usados para determi nar a evapotranspiração, os quais são divididos em três grupos principais:

1. métodos de campo;
2. métodos climatológicos;
3. métodos baseados em fórmulas empíri- cas.

2.1. Métodos de campo

São métodos que implicam na determina ção da evapotranspiração diretamente no campo (solo e plan ta) e compreendem as modalidades que se seguem:

2.1.1 - Determinação das variações do teor de umidade do perfil natural do solo

Històricamente, é o método mais antigo e largamente empregado. Baseia-se na variação média do teor de umidade do solo através do perfil, sendo que a di- ferença dos dados de umidade, medidos de tempo em tempo,

permitem o cálculo da água evapotranspirada. A validade dos resultados deste método se coaduna melhor para períodos de vários dias consecutivos, devido aos erros de amostragem e de instrumental na determinação da umidade do solo. É um método de emprego mais fácil e seguro em regiões áridas.

2.1.2 - Emprego do lisímetro

Implica em confinarmos amostras de solo em tanques que se colocam sobre a plataforma de uma balança mecânica ou hidráulica, para controle acurado da perda de água por evapotranspiração real ou potencial, dada pela variação diária de peso. Apesar da precisão do método, poderá ocorrer incorreções, em virtude do solo se apresentar com estrutura deformável, pois que a umidade e sua retenção, a infiltração e a distribuição de raízes no solo podem ser bem diferentes daquelas do solo em seu perfil natural. Se o objetivo é determinar a evapotranspiração máxima ou potencial, as condições físicas do solo não têm muito significado, de acordo com Van BAVEL (1961).

Todavia, pode-se atenuar aqueles inconvenientes, desde que a construção e a operação dos lisímetros obedeam a certos requisitos. Por exemplo, os lisímetros devem ser de grande capacidade, profundos e assentados em locais que permitam circundá-los pelas condições naturais da cultura e vegetação, no solo natural. Com os registros acurados de chuva, de irrigação e de percolação podemos calcular a evapotranspiração real com relativa precisão.

2.1.3 - Pela entrada e saída de água de uma bacia hidrográfica em determinado período

Para a aplicação deste método na determinação da evapotranspiração, necessitamos do registro de toda a água que entra e que drena da bacia em estudo, bem como também, do registro da variação do nível do lençol freático, no início e fim do período em estudo.

As diferenças entre a entrada e a saída de água, medidas, respectivamente, no início e no final do período mais a diferença algébrica da variação do lençol freático no mesmo período, poderão representar a evapotranspiração numa dada área.

2. 2. Métodos Climatológicos

É sabido que as condições climáticas são os fatores mais importantes responsáveis pela perda de água por evapotranspiração. Vários processos são sugeridos ao cálculo da evapotranspiração a partir de dados climáticos. Tais processos variam em sua proposição, desde cálculos complexos baseados em fenômenos físicos de evaporação que exigem acuradas mensurações microclimáticas, até às aproximações geralmente empíricas, apoiadas na correlação entre a evapotranspiração medida e a temperatura do ar.

Dos métodos climatológicos podemos enumerar os que se seguem:

2.2.1 - Métodos baseados em análise de fenômenos físicos

Embora um grande número de processos tenham sido preconizados, somente um deles tem larga aceitação e aplicação prática, que é o descrito por PENMAN (1956) e verificado experimentalmente por STANHILL (1961). É um método que estabelece uma equação mista, resultante da combinação do balanço de energia com fórmulas aerodinâmicas, vi

sando eliminar as dificuldades que as medidas de superfície apresentam, e dar uma estimativa da evaporação de uma extensa superfície de água. Para estimar a evapotranspiração potencial, Penman, na Inglaterra, estabeleceu um fator empírico, derivado da evaporação de lago, para expressar a natureza da cobertura vegetal. Acontece que pouco se conhece sobre o coeficiente de reflexão das culturas, nos seus estágios de desenvolvimento, para latitudes diferentes daquela estudada por Penman, isto é, a da Inglaterra.

2.2.2 - Métodos baseados na evaporação de água livre de tanques

Várias pesquisas foram conduzidas no sentido de estabelecer uma correlação entre a evapotranspiração potencial e a evaporação de água livre em tanques. PRUITT (1960) determinou a evaporação através de vários tanques, os quais diferiam em tamanho, verificando que o coeficiente dado pela relação da evaporação para a evapotranspiração, dependia do tipo, tamanho e ambiente em que o tanque era colocado.

STANHILL (1961) concluiu que o tanque de evaporação padrão, usado pelo U.S. WEATHER BUREAU (1919) Classe A é mais prático e representa um método climatológico acurado, de aplicação pouco dispendiosa, para estimar a evapotranspiração potencial em Israel. Em estudos posteriores STANHILL (1962) mostrou que a evapotranspiração atual foi altamente correlacionada com a quantidade de evaporação dada pelo tanque Classe A.

2.3. Métodos baseados em fórmulas empíricas

Grande número de fórmulas empíricas têm

sido desenvolvidas com o propósito de estimar a evapotranspiração, tôdas elas baseadas na correlação com os parâmetros climatológicos. Entre as fórmulas de uso mais corrente, podemos citar as seguintes:

2.3.1 - Fórmula de THORNTHWAITE (1948)

A evapotranspiração potencial é estimada por uma função logarítmica complexa, correlacionada com a temperatura do ar e comprimento do dia, em horas de luminosidade.

2.3.2 - Fórmula de BLANEY e CRIDDLE (1950)

É um método similar ao de Thornthwaite, em que somente os dados de temperatura do ar e comprimento do dia são envolvidos mas, com uma diferença, em que entra um fator de correção variável com o período vegetativo da cultura.

2.3.3 - Fórmula de MAKKINK (1957)

Este método difere dos anteriores, pois, se baseia nas medidas de radiação solar e da temperatura do ar.

Como pode ser observado, vários são os processos usados para a determinação da evapotranspiração potencial e real. Assim, vários pesquisadores têm-se preocupado com estes estudos, e a maioria deles, fazendo uso de um dos métodos diretos para posteriormente, estabelecer correlações com um ou mais fatores meteorológicos, com o propósito de estimar a evapotranspiração.

Em virtude das dificuldades de medições diretas da evapotranspiração, os métodos empíricos têm sido largamente usados para estimativas, sob condições de teor elevado de umidade no soló, pois, quando o suprimento de água é amplo, a evapotranspiração de uma cultura atinge

um valor máximo, que depende unicamente de clima, THORNTHWAITE (1948).

Vários pesquisadores têm se dedicado ao estudo da evapotranspiração, envolvendo um ou vários fatores meteorológicos. Citamos por exemplo: PRUITT e JENSEN (1955), LEMON e outros (1957), TANNER (1960) e (1962), PRUITT (1960), FRITSCHEN e SHAW (1961), STANHILL (1961), MARLAT (1961), DECKER (1964), DOSS e outros (1964), NAMKEM (1968), SKIDMORE e outros (1969).

STANHILL (1961) procedendo a uma comparação de métodos de cálculo de evapotranspiração potencial a partir de dados climáticos, concluiu que aqueles baseados na evaporação de água em tanques (Classe A) ou estimados pelo método de Penman são os melhores.

Estudos de evapotranspiração baseados especificamente na evaporação de tanques têm sido realizados com sucessos por vários autores.

STANHILL (1962) conduzindo medições durante dois anos consecutivos, verificou uma alta correlação entre a quantidade de evapotranspiração da cultura que recebia um tratamento ótimo de irrigação, e a evaporação do tanque Classe A padrão, instalado no campo experimental. Dêstes estudos obteve uma equação empírica $ET = 0,69 E_o - 232$ (onde ET e E_o são evapotranspiração e evaporação, respectivamente, em milímetros), relacionando valores acumulados de evapotranspiração e evaporação.

FRITSCHEN e SHAW (1961) concluíram que a relação entre a evapotranspiração do milho e evaporação do tanque Classe A podia ser usada para determinar a quantidade de irrigação.

DOSS e outros (1962), comparando a evapotranspiração do milho com a evaporação do tanque, encon-

traram uma relação de 0,38 no início da cultura e de 1,12 durante o estágio de máximo desenvolvimento, para declinar a 0,95 na maturação dos grãos.

DENMEAD e SHAW (1959), determinando a evapotranspiração do milho durante o seu desenvolvimento, encontraram uma relação com a evaporação do tanque Classe A de 0,36, no início da cultura, para 0,81 no máximo desenvolvimento foliar. Este valor permaneceu por 16 dias, declinando após, indicando que o aumento da relação era devido ao aumento da área foliar e o declínio, à queda da atividade fisiológica.

SLATYER (1967), na Austrália, mediu, para culturas anuais irrigadas, a variação do quociente da evapotranspiração sobre a evaporação ao longo do ciclo vegetativo, encontrando valores de 0,40 para a sementeira, 0,95 no máximo estágio de desenvolvimento, e cerca de 0,20 depois da maturação.

Outros pesquisadores desenvolveram estudos de evapotranspiração, relacionando-a com a evaporação, para várias culturas. PRUITT e JANSEN (1955), STANHILL (1964), EKERN (1966), todos eles evidenciaram a correlação entre a evapotranspiração e evaporação.

Evidentemente, esses estudos se condicionaram a determinados tipos de solo, clima e, principalmente, às condições de umidade do solo durante o desenvolvimento das culturas, que estavam recebendo, experimentalmente, determinados tratamentos ótimos de irrigação.

Na determinação da evapotranspiração das culturas envolvendo fatores meteorológicos, deve-se levar em conta o estágio vegetativo da cultura, pois, as mesmas não apresentam o mesmo consumo de água durante o seu ciclo vegetativo. STANHILL (1962) e DENMEAD e SHAW

(1959), DOSS e outros (1962), observaram que a relação evapotranspiração para a evaporação apresentava gráficamente uma forma sigmoidal, indicando uma baixa relação durante os estágios vegetativos, inicial e final da cultura. No estágio inicial, a maior perda de água era devida à evaporação de água do solo, durante o último estágio, a relação declinava em função da queda de atividade fisiológica. DENMEAD e SHAW (1959) indicaram que o crescimento ativo e a cobertura completa do solo, para um período de 2 a 3 semanas, é o momento para o qual se deve estimar a evapotranspiração.

O conceito da evapotranspiração potencial admite um crescimento completo e ativo das culturas, com ótimo suprimento de água ao solo. Se a cobertura vegetal é incompleta e, ainda, se as plantas não crescem ativamente ou que a umidade do solo às vezes é limitada, tudo isso poderá influenciar no consumo de água. Indubitavelmente, a densidade de plantas têm influência marcante no consumo de água.

O consumo de água pelas plantas e o rendimento destas poderão ser afetados pelo teor de umidade (fase líquida) do solo, no contexto dinâmico do sistema solo-planta-atmosfera, o qual segundo GARDNER (1965) nunca está em equilíbrio enquanto a planta transpira.

Um grupo de investigadores argumenta que a água é prontamente disponível às plantas desde o limite dado pela capacidade de campo até ao ponto de murchamento permanente, conforme VEIHMEYER e HENDRICKSON (1950).

Por outro lado, outros afirmam que a água se torna, progressivamente, menos disponível às plantas, à medida que o teor de umidade decresce, e a planta

começa a se ressentir da falta de água, antes que a umidade do solo atinja o ponto de murchamento permanente, segundo RICHARDS e WADLEIGH (1952).

Ambos os grupos argumentam com base experimental para defender seus pontos de vista.

É sabido que a disponibilidade de água às plantas depende da capacidade de absorção do sistema radicular e da condutibilidade hidráulica do solo.

Em pesquisas, DENMEAD e SHAW (1962) verificaram em cultura de milho, que para uma baixa transpiração potencial a transpiração atual caía para abaixo da potencial quando a tensão de umidade do solo era de 12 atmosferas, correspondendo a uma umidade volumétrica de 23%. Por outro lado, quando a transpiração potencial era alta, o declínio da transpiração atual se dava quando a tensão de umidade do solo acusava 0,3 atmosfera, com 36% de umidade volumétrica.

Isto evidencia, claramente, que o conceito sobre a disponibilidade de água às plantas pode assumir aspectos diversos, dando margem à várias interpretações, que dependem da intensidade de evapotranspiração potencial.

GARDNER (1965), considerando o sistema solo-planta, afirma que a quantidade de água que se movimenta através das plantas, e aquela transpirada, são influenciadas mais pelas condições atmosféricas do que pela planta em si e fatores de solo.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução do presente trabalho foram empregados os materiais e métodos que se descrevem a seguir.

3.1 - Material

Agrupamos aqui os materiais utilizados e assim dispostos.

3.1.1 - Campo experimental

O experimento foi instalado e conduzido no campo experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, localidade que tem como coordenadas geográficas: Latitude $22^{\circ} 42' 30''$ Sul e Longitude $47^{\circ} 38' 00''$ Oeste, com altitude de 576 metros. A área envolvida na sistematização dos trabalhos foi de 20.000 m^2 , incluindo-se as parcelas de tratamento experimental e bordaduras (Fig.1).

3.1.2 - Solo

Segundo as amostragens efetuadas pudemos

admiti-lo como uniforme, quanto às características físicas. Pela Fig 1 verifica-se apresentar declividade praticamente uniforme na área em causa.

3 1.2.1 - Características físicas

O solo se enquadra na Série "Luiz de Queiroz" (RANZANI e outros, 1966). O relêvo é normal, suavemente ondulado, e o material de origem é erupivas básicas.

O estudo do perfil modal, realizado pelo Departamento de Solos e Geologia desta Escola, apresentou as seguintes características morfológicas:

Ap 0 - 15 cm; Pardo avermelhado escuro (5 YR 3/3 seco, 3/4 úmido argila; granular e blocos sub angular, pequena, moderada, ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; agregados pequenos, moderado, comum; raízes poucas; transição suave, abrupta.

B_{21t} 15 - 45cm; pardo avermelhado (2,5 YR 4/4 seco) pardo avermelhado escuro (2,5 YR 3/4 úmido) argila; blocos subangular, média forte; ligeiramente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; verosidade revestindo as faces horizontais e verticais do agregado, aproximadamente 40%; fragmentos de rocha amarelado pardacento (10 YR 6/8), pouco; fragmento de quartzo, forma irregular, tamanho variável, normalmente inferior a 1 cm, pouco; concreções pretas, muito pequenas, comum; transição suave, clara.

B_{22t} 45 - 150 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6 sêco úmido); argila; blocos subangulares, pequena, moderada; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; fragmentos de rocha amarelado pardacento (10 YR 6/8) pouco; fragmentos de quartzo, forma irregular, tamanho variável com diâmetro máximo de 2cm comum; concreções, pouco; cerosidade revestindo aproximadamente 10% das faces do agregado.

A análise mecânica do perfil desta série é a que se segue:

Horizonte	Profundidade (cm)	Componentes		
		Areia	Limo	Argila
Ap	0 - 15	40,9	15,9	43,2
B _{21t}	15 - 45	26,4	9,5	64,1
B _{22t}	45 - 150	22,3	4,9	72,8

QUADRO 1 - Análise mecânica do perfil do solo da área experimental

Amostra	Profund.	Argila	Limo	Areia	Classe Text.
1	0 - 60	54,16	10,00	35,84	Argila
2	0 - 60	66,16	6,00	27,84	Argila

O peso específico aparente médio foi determinado com o auxílio do cilindro de UHLAND, com anéis volumétricos de alumínio (347,5 cm³) conforme ilustra a Fig. 2. Os resultados desses ensaios se encontram nos QUADROS 2 e 3 e se referem aos anos de experimento, isto é, de 1966 a 1968. Entre as várias determinações houve uma variação entre 1,29 e 1,67 g/cm³.

CONVENÇÃO

TUBOS DE IRRIGAÇÃO

1, 2, 3, 4, 5 - TRATAMENTOS

A, B, C, D - REPETIÇÕES (BLOCOS)

ESCALA 1:1000

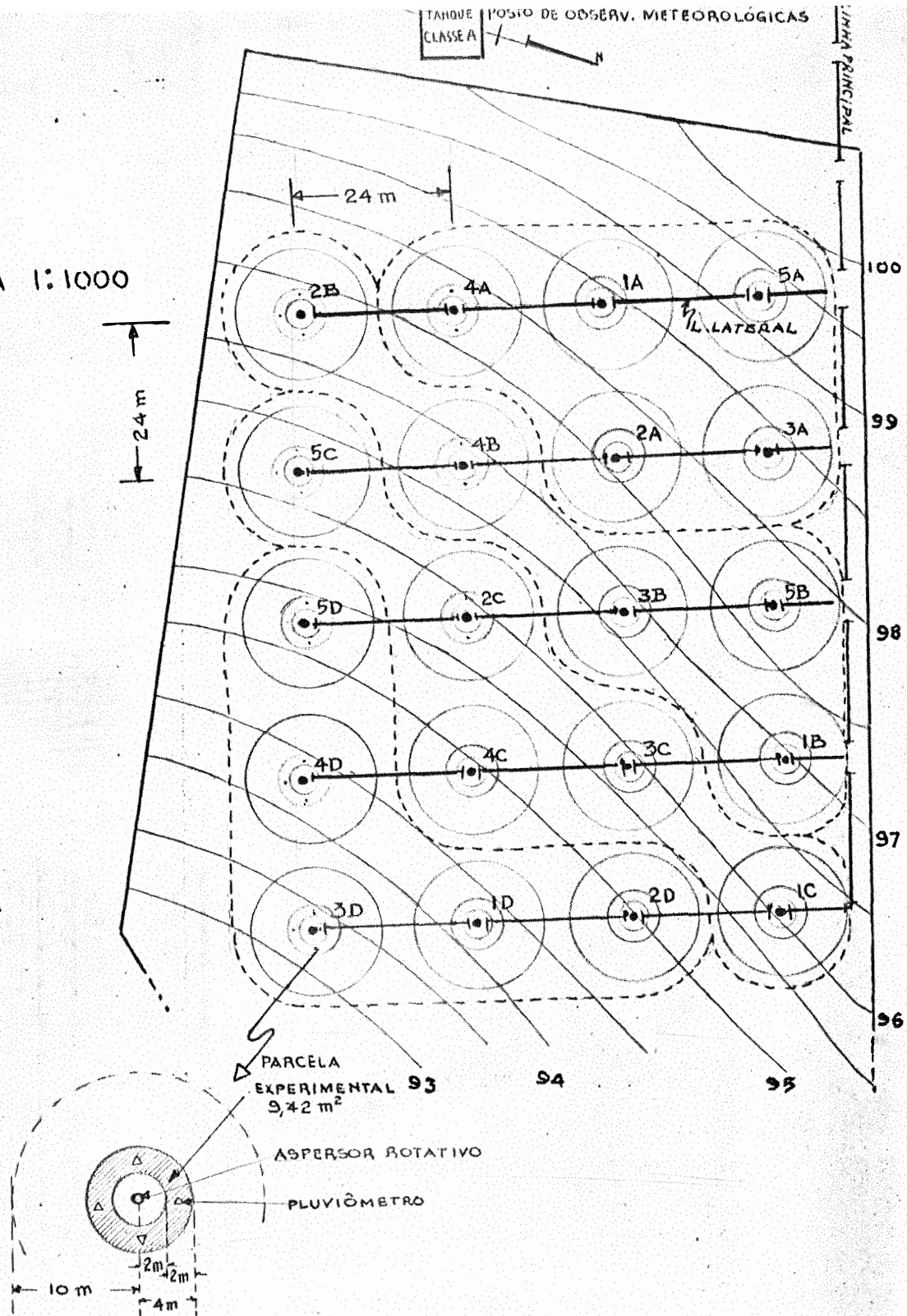


FIGURA 1 - Planta do campo experimental sistematizado para o ano de 1966.

3.1.2.2 - Umidade do solo

A capacidade de campo foi de terminada diretamente no campo com o auxílio de um dispositivo retangular de chapa de ferro cravado na superfície do solo delimitando uma área de 1 m^2 conforme Fig. 3. O solo foi previamente saturado, recebendo após uma proteção para impedir a evaporação. Durante cinco dias consecutivos determinamos as umidades do solo, gravimetricamente, com o auxílio do tubo amostrador de $3/4"$ de Veihmeyer (Fig. 4). A umidade média que estabeleceu o valor da capacidade de campo, utilizada nos cálculos das irrigações resultou das amostras que apresentavam variações insignificantes entre as coletadas durante os 5 dias (QUADROS 2 e 3).

Determinamos o potencial da água do solo a 15 atmosferas, pelo uso da placa de pressão (RICHARDS, 1947), e o teor de umidade correspondente, calculado gravimetricamente com base em peso seco, indicativo do ponto de murchamento permanente. Os resultados dessas análises podem ser observados nos QUADROS 2 e 3.

QUADRO 2 - Valores da capacidade de campo, ponto de murchamento permanente e peso específico aparente.
Ano de 1966.

Profundidade cm	C. campo %	PMP %	γ_s g. cm ⁻³
0 - 30	22,48	14,00	1,45
30 - 60	25,32	16,33	1,50

QUADRO 3 - Valores da capacidade de campo, ponto de murchamento permanente e peso específico aparente. Anos de 1967 e 1968.

Profundidade cm	C. campo %	PMP %	γ_s g.cm ⁻³
0 - 20	21,10	12,60	1,45
20 - 40	25,19	15,80	1,48
40 - 60	27,57	18,50	1,48

Os valores dos QUADROS apresentam a média de um número suficiente de amostras retiradas de 7 locais diferentes, da área experimental.

3.1.3 - Características químicas

O resultado da análise química fornecida pelo Departamento de Solos e Geologia da ESALQ, pode ser observado no QUADRO 4.

QUADRO 4 - Análise química do solo

Ano	pH	Matér. org.	Nitrog. total	Teor trocável em m/g de terra			
				fósforo	potássio	cálcio	magnésio
1966	6,0	1,341	0,126	0,107	0,300	3,60	1,20
	médio	baixo	médio	baixo	médio	médio	alto
1967	6,0	3,00	0,154	0,134	0,39	3,72	1,20
1968	médio	alto	alto	médio	alto	médio	alto

3.1.4 - Cultura - Zea mays, L.

A variedade de milho utilizada no experimento foi o híbrido 6999 da Secretaria da Agricultura. Verificamos ser de 93% o seu poder germinativo.

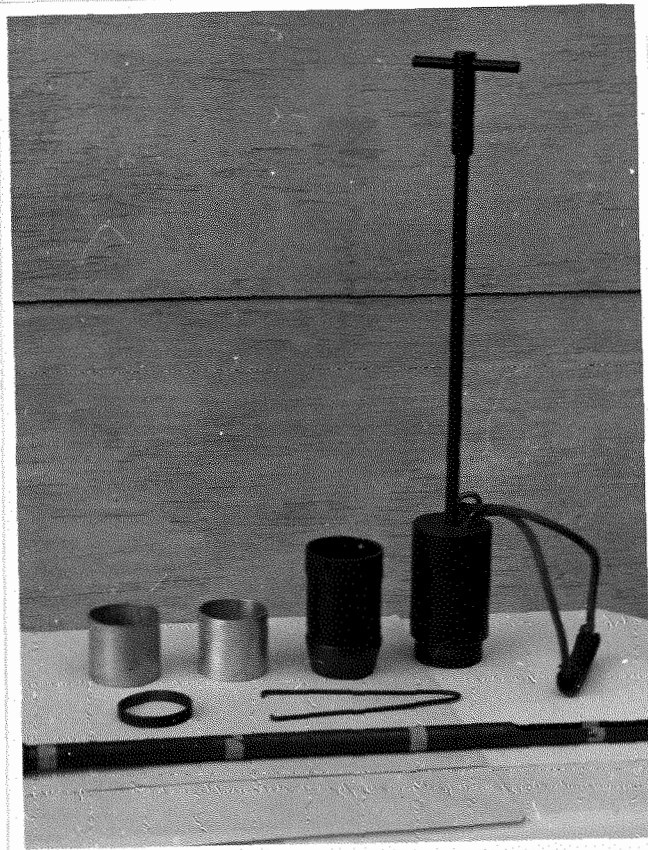


FIGURA 2 - Cilindro de UHLAND com os respectivos anéis de alumínio



FIGURA 3 - Dispositivo de chapa de ferro para determinação da capacidade de campo do solo.

3.1.5 - Equipamento de irrigação

A reposição de água perdida por evapo transpiração. às parcelas irrigadas foi procedida por bombeamento, sob alta pressão, canalizações de aço zincado e distribuição por aspersores, rotativos e setoriais. Os aspersores rotativos forneciam, aproximadamente, 6,5 mm/h de precipitação, com uma pressão de serviço de 30 metros de coluna d'água. Foram empregados no experimento de 1966.

Quanto aos setoriais, utilizados nos experimentos de 1967 e 1968, segundo novo esquema experimental (Fig. 6), mantivemos a mesma pressão de serviço para a precipitação, agora de 12 mm/h, aproximadamente.

Os aspersores setoriais foram submetidos, previamente, a vários testes de eficiência para determinar o coeficiente de uniformidade de distribuição de água, $C_u = 100 (1,00 - \frac{x}{m \cdot n})$ onde x é o desvio padrão da média, "m" a altura média de precipitação fornecida pelos aspersores em milímetros e "n" o número de pluviômetros característicos desta determinação. Assim é que, para o espaçamento de 12 x 12 metros, o coeficiente de uniformidade foi acima de 85%, para a velocidade do vento entre 0,5 - 1,0 metro por segundo.

Com os aspersores rotativos, obtivemos um coeficiente de uniformidade da ordem de 80%, com os mesmos limites de velocidade de vento (0,5 - 1,0 m/s), relativamente à área experimental.

3.1.6 - Instrumentos meteorológicos

Os instrumentos meteorológicos utilizados

foram aqueles existentes no Posto Evaporimétrico do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, que, por sinal, se localiza bem próximo do campo experimental (Figs. 1 e 6). Pudemos, assim, colher dados referentes à temperatura média, umidade relativa do ar, insolação, precipitação, velocidade do vento e evaporação (tanque Classe A). Nos QUADROS 5 a 16, constam esses dados diários, referentes aos meses de agosto a dezembro de 1966, 1967 e 1968.

Os dados de evaporação foram determinados pelo tanque padrão Classe A recomendado pelo U.S. Weather Bureau (1919), cuja instalação obedeceu às normas recomendadas por aquela entidade. Consta de um tanque circular medindo 1,20 m de diâmetro por 0,25 m de altura, construído de chapa galvanizada nº 22, suportado por meio de vigotas de 0,15 m de altura, que se assentam sobre a superfície do solo, coberto por um gramado. O tanque é mantido cheio de água e a variação da superfície de nível diário é avaliada, micrometricamente, por uma ponta de medida adequada. Existe para tal, um dispositivo constituído de um "poço tranquilizador", suportado por um tripé nivelador. Este poço mantém o nível de água calmo, para o rigor indicado às leituras. A Fig. 5 ilustra a instalação e detalhes do tanque Classe A.

Devido às grandes diferenças de massa existentes entre tanques de evaporação e lagos naturais, os tanques superestimam as medidas, exigindo por isso, uma correção que varia nas diversas latitudes.

3.1.7 - Acessórios

Utilizamos-nos de trados convencionais para amostragem de solo, relativamente à determinação da umidade. Esta determinação exigiu o emprêgo de balança de

de precisão e estufa 105-110°C.

No controle da aplicação da cultura calculada de água de irrigação, instalamos para cada área efetiva da parcela experimental, quatro pluviômetros tipo Casella.

Tubos de Pitot serviram para a verificação da pressão de serviço recomendada no bocal dos aspersores.

3.2 - Métodos

Apresentamos os métodos utilizados, para facilidade de explanação, na ordem que se segue.

3.2.1 - Delineamento experimental

Adotamos o método de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições (Figs. 1 e 6). Desta forma o experimento foi mantido durante 3 anos, 1966-1968.

Os tratamentos numerados de 1 a 5 com quatro repetições A, B, C e D se constituíram em 5 diferentes níveis de umidade no solo. Foram os seguintes os níveis de umidade:

Tratamento 1: 80% As parcelas eram irrigadas para repor a umidade quando o solo atingia o nível de 80% de sua água disponível. Significa que houvera uma evapotranspiração de 20% do intervalo de água disponível.

Com base na conceituação do Tratamento 1, caracterizamos os demais:

Tratamento 2: 70% (ou evapotranspiração de 30%)

Tratamento 3: 60% (ou evapotranspiração de 40%)

Tratamento 4: 50% (ou evapotranspiração de 50%)

Tratamento 5: parcelas não irrigadas.

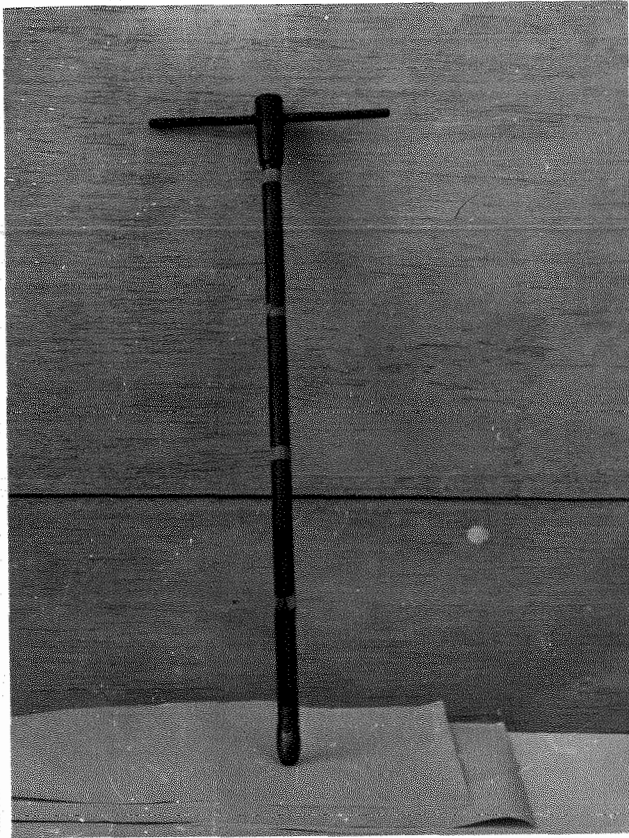


FIGURA 4 - Tubo amostra-
dor de VEIHMEYER

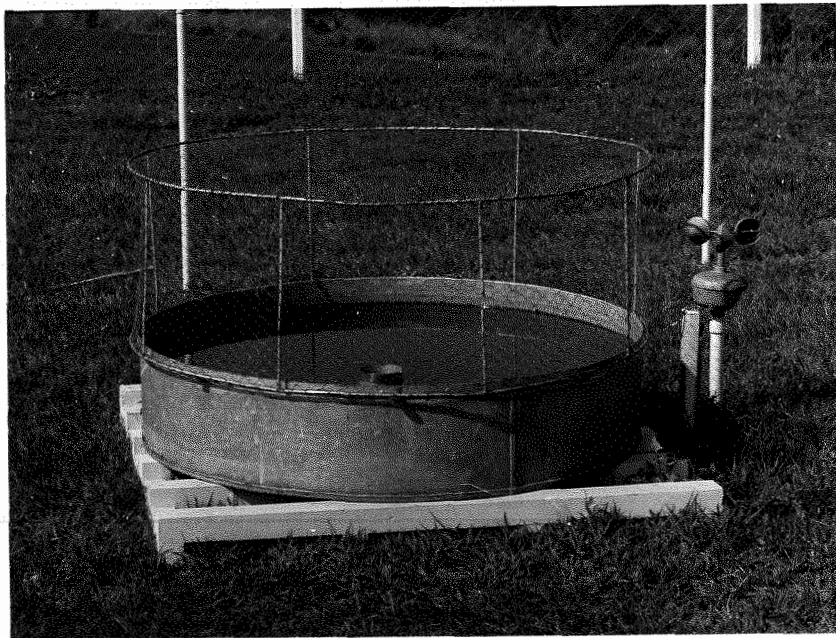
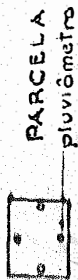


FIGURA 5 - Instalação do tanque Classe A

CONVENÇÃO



- - ASPERSOR SETORIAL 180° (alcance 12 m)
- TUBOS DE IRRIGAÇÃO (espaçamento lateral 12 m)
- 1, 2, 3, 4, 5 - TRATAMENTOS
- A, B, C, D - REPETIÇÕES (BLOCOS)

ESCALA 1:1000

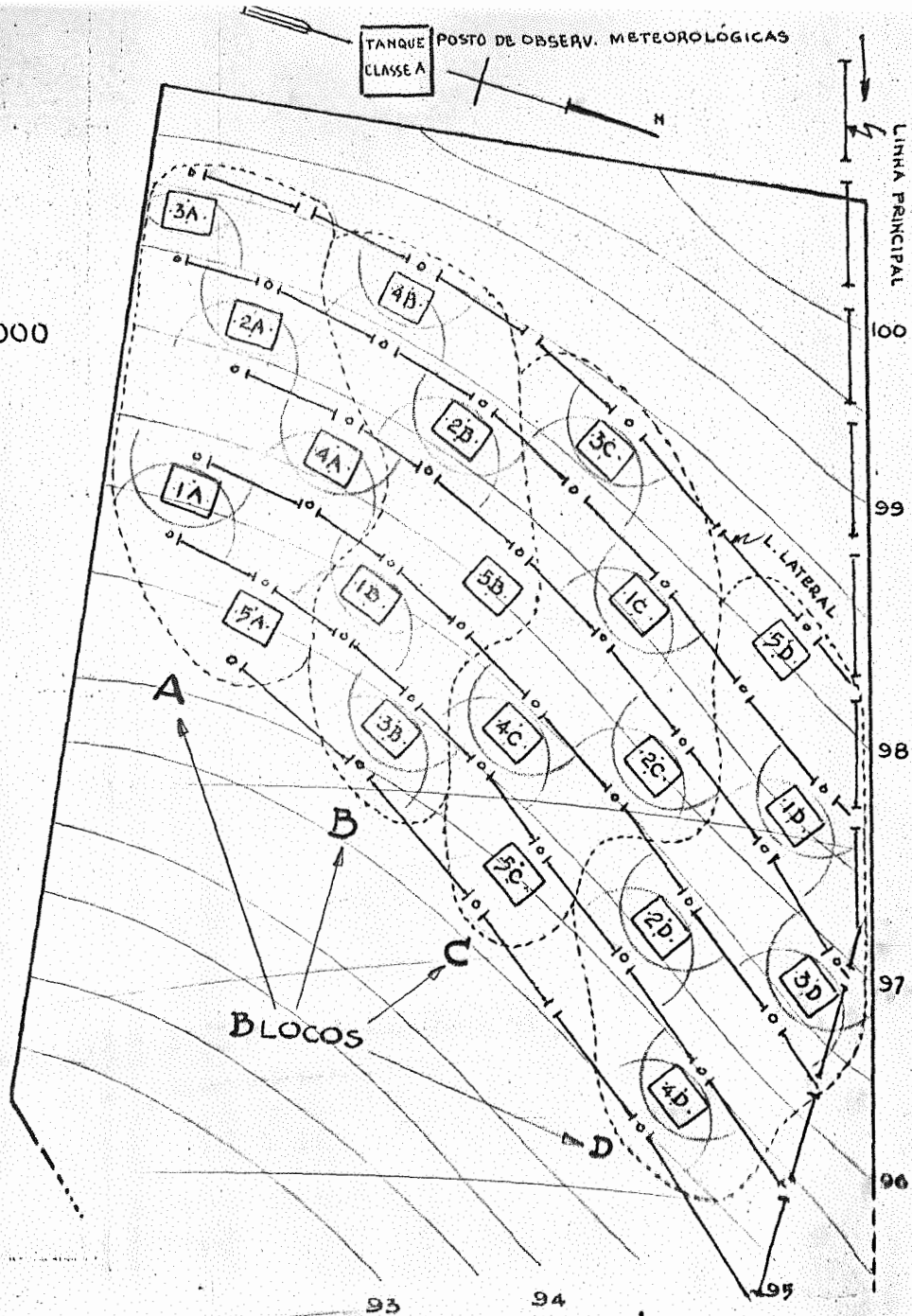


FIGURA 6 - Planta do campo experimental, sistematizado para o ano de 1967 (para 1968, sistematização idêntica, variando apenas a numeração das parcelas experimentais).

3.2.2 - Instalação do experimento

O solo fôra, inicialmente, arado e gradeado convencionalmente. Em seguida, sulcado e adubado, de acôrdo com a análise química, com 60 kg de sulfato de amônio, 450 kg de superfosfato e 100 kg de cloreto de potássio por hectare. Mantivemos tal procedimento para cada um dos três anos de experimento.

O adubo fôra distribuído no fundo de sulcos de 10 cm de profundidade.

Procedemos, após, a demarcação das parcelas dos tratamentos conforme os esquemas, da Fig. 1 para 1966 e da Fig. 2 para 1967-1968.

O milho fôra semeado em sulcos com espaçamento de 1 metro. Distribuimos 5 sementes por metro linear de sulco.

As épocas de semeadura, nos três anos de experimento foram as seguintes:

1966 - 30 de agosto;

1967 - 18 de agosto;

1968 - 30 de agosto.

3.2.3 - Condução da irrigação

Para completar a instalação do experimento, tôdas as parcelas de Tratamento foram colocadas em igualdade de condições de umidade do solo. Após o plantio houve uma irrigação geral para que a germinação ocorresse em tôdas as parcelas. Até aos 70 dias após o plantio tôdas as parcelas tiveram a mesma quantidade de irrigação.

No experimento de 1966 foram empregados aspersores rotativos, colocados no centro das parcelas a

irrigar, com diâmetro de cobertura de 24 metros. A área efetiva de cada parcela era aquela compreendida entre os raios de 2 e 4 metros, perfazendo pois, $9,42 \text{ m}^2$. No anel de área efetiva foram colocados 4 pluviômetros diametralmente opostos (Fig. 1) para o controle da precipitação fornecida pelos aspersores. A quantidade de água fornecida às parcelas de cada Tratamento era uma fração daquela compreendida entre a umidade atual e a capacidade de campo à profundidade de 60 cm do perfil do solo.

Em 1967 e 1968 foram usados aspersores setoriais instalados em duas linhas laterais espaçadas de 12 metros funcionando simultaneamente 2 aspersores com amplitude de ângulo de rotação de 180° cada um, irrigando as parcelas compreendidas por uma área de 8 x 8 metros de lado (Fig. 6).

3.2.4 - Determinação da umidade do solo

O método usado para determinar a umidade atual do solo foi o gravimétrico padrão que a expressa em percentagem com base em peso seco. Conceituamos a umidade pela relação do peso da água (P_a) da amostra do solo para o peso de solo seco (P_s).

$$U = P_a \cdot P_s^{-1} \cdot 100$$

As amostras eram retiradas do perfil natural do solo como auxílio do tubo amostrador de 3/4" de Veihmeyer, elegendo-se o centro de cada parcela e operando a 0,10 m, aproximadamente, das linhas de plantas.

Em 1966 as amostras foram tomadas a intervalos de 0,30 metros até a profundidade de 0,60 metros. Em 1967 e 1968, a intervalos de 0,20 metros até a profundidade de 0,60 metros.

A determinação da umidade do solo foi realizada com 4 repetições para cada Tratamento, em períodos que variavam de 1 a 3 dias, às vezes maiores, quando ocorriam chuvas prolongadas. Assim, antes e depois de cada irrigação ou chuva, procedíamos às determinações de umidade do solo.

3.2.5 - Determinação da evapotranspiração real

Sendo a evapotranspiração real proporcional à variação da umidade atual do solo (ΔU) entre duas determinações consecutivas (U_{a1} e U_{a2}) temos a considerar o seguinte:

AD = água disponível do solo, que em termos da altura h de água em milímetros, para o solo na umidade de capacidade de campo corresponde a

$$h = \frac{U - \text{PMP}}{10} H \gamma_s$$

onde: U = umidade de capacidade de campo;

PMP = umidade do ponto de murchamento permanente;

H = profundidade em centímetros considerada no perfil de solo;

γ_s = peso específico aparente do solo em g/cm^3 .

Num período entre duas determinações de umidade atual (U_{a1} e U_{a2}) do solo, segue-se que: altura em

mm de AD no início do período: $h_1 = \frac{U_{a1} - \text{PMP}}{10} H \gamma_s$

altura em
mm de AD no final do período: $h_2 = \frac{U_{a2} - \text{PMP}}{10} H \gamma_s$

logo, a altura em milímetros de água perdida por evapotranspiração no período será:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{H \Delta s}{10} (U_{a1} - U_{a2}) \quad \text{ou}$$

$$\Delta h = \frac{H \Delta s}{10} \Delta U$$

Assim é que para o cálculo da evapotranspiração real (ER) em mm valemo-nos das seguintes expressões:

$$ER = \Delta h + P + I$$

onde:

Δh = diferença de altura de água disponível do solo em milímetros, ocorrida no período;

P = precipitação pluviométrica, em milímetros;

I = altura, em milímetros, de água de irrigação.

Designando por N o número de dias do período entre as determinações das unidades atuais U_{a1} e U_{a2} , resulta, finalmente :

$$ER = \frac{\Delta h + P + I}{N}$$

que representa a evapotranspiração real média, diária, em milímetros de altura d'água no período considerado. Ressaltamos que as profundidades H consideradas em nossos cálculos se prendem aos valores inseridos nos QUADROS 2 e 3.

Os valores de unidade atual empregados na determinação da evapotranspiração real da cultura do milho se referiram às médias das 4 repetições por Tratamento.

3.2.6 - Determinação da evaporação (Eo)

Utilizamo-nos do método meteorológico consubstanciado no tanque de evaporação Classe A padrão confor

me referendado no ítem 3.16 do início deste capítulo.

Os dados de evaporação obtidos nos 3 anos do experimento se encontram nos QUADROS 5 a 16.

Relacionamos a evapotranspiração real com a evaporação obtida pelo presente método, para dessa forma, determinar um coeficiente de proporcionalidade $K = ER \cdot E_o^{-1}$.

3.2.7 - Métodos de análise

3.2.7.1 - Produção

Foram empregados os métodos estatísticos de análise de variância aos dados de produção em relação aos tratamentos para os anos de 1966, 1967 e 1968.

3.2.7.2 - Evapotranspiração real e evaporação do tanque Classe A

Foram empregados os métodos estatísticos de análise de regressão aos dados acumulados de evapotranspiração real e de evaporação em função do tempo.

A seguir foram comparados os coeficientes angulares e lineares das respectivas equações.

Como houve a necessidade da consideração de estágios de evapotranspiração durante o desenvolvimento da cultura, então para a comparação dos coeficientes de regressão, em um estágio "i", para os três anos considerados, foi empregado o teste "t", cuja fórmula é a que se segue:

$$t = \frac{\hat{Y} - 0}{s(\hat{Y})}$$

onde, \hat{Y} é o contraste entre dois coeficientes que se quer comparar;

$s(\hat{Y})$ é o erro padrão do contraste.

Assim, a título de exemplificação, se considerarmos um estágio "i" nos anos "j" e "j'", o confronto dos coeficientes será:

para os lineares:
$$t = \frac{\hat{Y} - 0}{s(\hat{Y})}$$

onde, $\hat{Y} = a_{ij} - a_{ij'}$ e $s(\hat{Y}) = \hat{V}(a_{ij}) + \hat{V}(a_{ij'})$

para os angulares:
$$t = \frac{\hat{Y} - 0}{s(\hat{Y})}$$

onde, $\hat{Y} = \hat{b}_{ij} - \hat{b}_{ij'}$ e $s(\hat{Y}) = \hat{V}(\hat{b}_{ij}) + \hat{V}(\hat{b}_{ij'})$

A variância de "a" e "b" é dada pelas expressões que se seguem:

$$\hat{V}(\hat{a}_{ij}) = \left[\frac{1}{N} + \frac{\bar{x}^2}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \right] s^2$$

$$\hat{V}(\hat{b}) = \frac{s^2}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}$$

3.2.7.3 - Correlação entre a evapotranspiração real e evaporação do tanque Classe A

Foi determinado o coeficiente de correlação linear como medida de dependência entre os valores da evapotranspiração real e evaporação do tanque Clas-

se A, para cada estágio e para cada ano através da fórmula:

$$r = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}) (\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N})}}$$

onde, r - coeficiente de correlação ;

x - evapotranspiração acumulada em milímetros ;

y - evaporação acumulada em milímetros ;

N - número de observações.

3.2.7.4 - Determinação do intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspiração real e da evaporação

Foram determinados, ao nível de 95% de probabilidade, os intervalos de confiança dos dados estimados pelas equações de regressão linear para a evapotranspiração real e para a evaporação. Seus extremos estimados através da fórmula:

$$\hat{Y} \pm ts \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

onde, \hat{Y} - valor estimado da ER e Eo ;

t - dado em tabela ao nível de 5% de probabilidade ;

$s(\hat{Y})$ - erro padrão ;

N - número de observações ;

x - observações ;

\bar{x} - média das observações .

QUADRO 5 - Dados climatológicos do mês de setembro de 1966.

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evap. Eo mm
1	18,5	5,0	90	20,1	0,4		
2	9,4	1,0	93	16,1	0,0	0,72	
3	31,2	1,95	92	15,1	0,0	0,99	
4	2,8	0,34	74	19,2	4,2	0,67	
5			66	21,5	6,9	2,10	2,66
6			62	22,5	8,5	1,52	5,51
7			52	23,7	10,2	1,06	5,80
8			45	25,6	9,8	1,30	5,94
9			61	23,3	9,0	0,75	5,62
10			54	24,4	9,1	0,80	5,16
11			49	26,6	10,2	0,50	5,08
12			37	25,9	10,2	0,64	6,77
13			46	25,3	7,4	0,74	6,64
14			47	25,8	9,1	0,74	5,21
15			50	25,1	7,9	0,58	5,18
16			75	21,0	0,7	1,03	4,32
17			55	16,6	6,5	1,22	2,48
18			44	15,9	11,1	2,60	6,36
19			52	18,4	6,1	2,09	6,62
20	2,4	1,6	84	17,7	0,0	1,31	2,60
21	4,0	0,5	55	18,6	9,3	0,42	1,86
22			59	15,3	10,4	1,32	6,78
23			54	14,3	10,7	1,83	6,20
24			43	18,3	10,2	1,74	6,64
25			41	21,4	10,5	1,10	5,42
26			43	23,6	8,9	0,66	5,54
27			61	20,8	5,7	1,21	4,60
28			94	16,8	0,0	2,11	5,50
29	19,6	2,2	81	20,0	3,4	1,78	3,00
30	43,2	16,0	64	22,3	8,9		5,40

QUADRO 6 - Dados climatológicos do mês de outubro de 1966.

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			59	23,0	9,5	1,37	7,45
2			56	24,0	10,0	0,83	4,62
3			55	20,5	4,7	0,80	5,39
4			63	23,0	3,8	1,05	5,43
5			63	21,7	8,3	2,60	7,14
6			64	23,0	5,5	1,48	6,86
7	1,7	5,6	76	23,0	2,5	1,35	4,50
8	40,4	20,2	59	21,5	2,9	1,08	4,50
9	16,9	4,0	76	22,0	3,0	0,38	3,34
10			62	21,0	11,1	0,70	4,03
11			56	23,8	10,1	0,82	5,60
12	0,7	0,5	71	22,3	7,5	0,96	5,26
13	7,0	0,15	72	21,7	5,5	1,33	4,08
14			62	23,4	11,0	1,18	5,76
15			46	26,1	10,8	0,86	5,70
16			59	25,9	11,3	0,94	7,72
17			73	24,7	4,0	1,56	7,38
18	1,9	0,25	70	22,1	7,0	0,82	2,68
19	1,6	0,20	63	24,2	9,1	0,69	3,97
20			48	18,7	11,9	1,40	7,31
21			46	19,8	7,6	1,11	6,59
22	2,6	1,10	75	20,9	3,0	0,93	5,36
23	29,4	5,30	67	18,5	1,5	1,54	5,41
24	2,4	0,35	51	20,2	11,6	0,78	1,02
25			45	22,6	11,9	0,72	6,24
26			48	25,5	12,9	0,51	6,16
27			74	24,0	2,5	1,32	7,44
28	18,8	11,05	91	19,4	0,2	1,77	2,39
29	6,8	3,55	80	17,7	0,5	1,34	1,39
30	0,3		79	18,0	0,0	1,91	1,99
31	0,2	0,40	94	18,3	0,0	1,31	1,52

QUADRO 7- Dados climatológicos do mês de novembro de 1966.

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1	10,60	5,00	82	19,8	2,4	0,30	0,03
2	25,80	3,25	72	19,6	5,5	0,97	3,76
3	0,65		67	19,4	5,8	1,94	5,74
4			60	21,0	10,9	2,10	4,94
5			41	21,7	8,6	1,80	6,94
6			62	22,6	10,2	1,06	5,02
7	6,30	0,55	58	24,2	12,1	0,76	6,12
8			61	24,4	11,1	0,57	6,69
9			69	23,9	8,8	0,80	7,22
10			68	23,9	10,8	1,08	7,31
11	8,70	0,35	84	23,5	2,7	0,76	5,98
12	15,40	0,10	89	22,8	1,7	0,48	4,06
13	7,80	3,20	72	21,7	3,2	0,83	2,39
14			73	21,0	2,1	1,38	5,00
15			77	22,7	5,2	1,58	3,72
16	2,00	6,45	42	23,8	7,2	0,59	3,22
17	10,40	0,50	74	18,1	2,6	0,83	5,22
18			65	21,0	9,8	1,39	4,98
19			51	20,2	12,5	1,70	5,46
20			57	21,3	11,6	1,20	7,56
21			58	21,4	11,9	0,69	6,70
22			58	19,8	8,6	1,41	7,44
23			57	19,1	11,9	2,47	7,98
24			55	21,4	12,4	2,12	7,10
25			58	22,1	8,8	2,13	6,60
26			55	22,0	12,6	1,13	6,60
27			53	22,2	11,0	1,05	7,50
28			54	22,9	11,3	1,11	8,05
29			52	24,8	11,3	1,17	7,60
30			48	25,8	11,9	0,56	6,74

QUADRO 8 - Dados climatológicos do mês de dezembro de 1966.

Dias	Preci- pitação mm	Intensi- dade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insola- ção horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			50	26,3	11,8	0,77	7,32
2			51	26,6	11,4	1,06	8,77
3	16,6	2,40	65	26,6	6,2	1,09	7,28
4	1,0	0,05	69	23,1	6,2	0,87	5,02
5	0,1	0,15	79	26,2	6,5	0,81	4,94
6	11,1	0,30	65	25,0	9,7	1,49	6,96
7			68	24,8	10,9	0,75	6,16
8	12,5	4,35	67	23,6	8,8	1,22	7,38
9			59	25,1	11,6	1,01	6,30
10			60	26,4	9,0	0,42	5,36
11	0,4	0,2	57	26,7	11,0	0,78	7,08
12			56	27,5	9,0	0,37	7,18
13	1,3	0,25	66	24,8	8,1	0,87	7,42
14			61	26,0	9,3	1,17	7,33
15	0,3		78	24,8	5,3	0,76	6,10
16	7,1	3,45	70	25,2	5,2	0,78	6,30
17	23,3	2,00	80	24,2	5,0	0,91	4,60
18	3,1	2,20	74	25,5	8,4	0,64	5,66
19	0,2		82	24,5	2,9	0,64	3,26
20	4,8	1,10	86	23,3	0,3	0,58	4,18
21	35,2	5,40	92	20,3	0,0	0,81	2,01
22	20,8	9,40	90	18,4	0,0	2,00	1,63
23	40,6	24,00	90	18,0	0,0	2,53	-
24	6,8	4,40	73	15,5	0,3	1,49	8,87
25			63	18,9	7,9	1,89	4,74
26			65	20,5	10,6	1,80	6,02
27			89	19,0	0,0	1,13	6,38
28	9,9	5,10	72	22,6	10,2	0,71	0,37
29			66	23,6	12,3	0,44	5,15
30			58	24,8	12,3	0,61	6,60
31			61	23,9	11,3	0,78	6,48

QUADRO 9 - Dados climatológicos do mês de setembro de 1967.

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			38	23,4	9,3	0,87	5,85
2			44	22,6	5,3	0,73	4,84
3			39	22,9	9,1	0,84	6,40
4			49	21,9	8,7	0,58	5,16
5			44	23,0	8,3	0,85	5,70
6			41	24,7	8,3	0,15	3,96
7			82	20,8	0,0	0,57	5,84
8	7,3	2,20	77	21,8	2,8	0,84	0,80
9	11,3	2,00	91	17,4	0,0	0,47	3,74
10	10,9	4,00	65	19,0	7,4	1,01	1,72
11			78	19,4	3,4	1,78	5,48
12			59	24,5	0,5	1,83	2,64
13	33,3	3,20	89	18,6	0,0	1,89	9,80
14	5,8	4,20	75	15,7	4,8	1,22	1,18
15			64	17,8	10,6	1,82	4,82
16			60	20,0	8,6	0,44	4,74
17			53	23,3	9,5	1,21	4,78
18			54	25,0	9,1	0,84	4,72
19			55	25,6	5,3	0,87	6,00
20			71	23,0	3,3	0,71	5,26
21	26,5	6,30	74	18,8	2,1	2,23	9,92
22			75	16,4	0,3	2,41	4,84
23			78	17,7	2,4	1,56	3,58
24			64	19,0	8,2	1,11	3,82
25			60	17,1	9,2	1,70	6,00
26			61	17,2	10,4	1,33	6,66
27			55	18,6	10,5	2,33	6,80
28			64	18,6	9,7	1,43	6,40
29			61	20,2	7,7	1,27	5,34
30			65	21,4	4,5	1,63	5,72

QUADRO 10 - Dados climatológicos do mês de outubro de 1967.

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			66	21,8	6,3	0,50	3,42
2			55	23,8	7,9	0,20	5,54
3			44	25,0	10,3	0,62	5,86
4			50	24,6	5,7	0,88	7,02
5			54	24,3	8,4	0,72	5,08
6			61	22,6	9,9	1,14	5,64
7			55	24,4	7,1	1,95	6,69
8			54	24,2	7,5	0,80	5,64
9			45	25,2	9,2	0,76	7,38
10			53	24,9	6,4	0,55	4,34
11			75	23,6	4,1	0,79	4,94
12	0,30	0,10	63	23,6	5,7	0,75	4,04
13			72	23,1	2,8	0,96	6,10
14			51	25,7	10,6	0,98	4,98
15			65	24,8	10,8	1,15	7,42
16	7,6	2,00	77	22,8	5,0	1,05	4,62
17	52,0	6,30	73	23,9	6,6	1,37	7,16
18			58	25,9	8,8	1,23	4,52
19	5,0	1,15	87	22,0	0,0	1,10	2,62
20	6,8	2,40	91	19,6	0,0	0,61	1,80
21	63,0	8,20	88	21,1	4,4	0,81	3,24
22	24,6	5,30	81	21,4	2,2	0,57	4,68
23	2,5	1,10	75	21,5	3,3	0,61	2,36
24			86	20,3	0,0	2,52	3,40
25	4,5	1,10	93	18,2	0,0	1,27	3,01
26	14,1	12,15	96	17,7	0,0	0,69	0,32
27	29,0	16,30	90	20,2	2,5	1,17	0,12
28	1,7	0,20	74	22,5	9,2	0,64	3,88
29			68	22,3	9,4	0,83	4,82
30			67	20,2	9,5	1,83	6,54
31			61	20,3	11,2	1,76	4,26

QUADRO 11 - Dados climatológicos do mês de novembro de 1967

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			59	23,9	10,1	0,93	6,28
2			63	25,6	4,3	0,57	5,14
3	0,4	0,10	74	20,1	0,8	0,62	4,26
4			62	18,9	6,2	1,88	4,58
5			58	19,5	11,8	2,27	5,88
6			59	21,3	10,3	1,90	6,78
7			51	21,5	10,3	1,03	5,94
8			51	22,6	11,5	0,91	5,51
9			59	22,4	11,3	0,92	5,67
10			62	23,4	7,0	0,74	5,54
11			73	23,7	7,9	0,55	4,66
12			74	23,4	5,6	0,78	4,76
13	3,2	1,50	82	22,9	1,8	0,69	3,72
14	2,6	1,00	82	23,1	6,2	0,60	1,90
15	2,9	0,30	76	22,8	1,1	0,72	5,26
16	0,4	0,30	89	19,8	0,0	0,52	3,56
17	14,0	8,00	86	19,4	0,1	1,29	0,78
18	1,4		76	21,1	3,7	1,61	3,20
19			68	21,2	7,1	1,04	4,28
20			63	21,2	12,0	1,05	4,28
21			66	22,1	10,7	1,57	6,70
22			72	22,7	7,2	1,51	6,05
23	5,3	2,10	84	22,1	4,3	0,80	4,24
24	19,5	7,00	89	21,7	0,2	0,66	1,80
25	22,6	2,10	77	23,1	6,4	0,30	3,26
26	2,5	0,10	80	22,0	3,5	1,56	4,38
27	8,3	1,10	72	21,7	2,7	0,64	2,06
28			80	20,4	4,5	1,64	3,08
29	3,2	1,15	66	20,8	11,9	0,50	3,50
30			62	21,2	12,1		4,95

QUADRO 12- Dados climatológicos do mês de dezembro de 1967

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			54	23,4	12,5	1,18	6,40
2			51	26,2	12,3	0,51	7,40
3			92	21,3	0,0	1,04	7,48
4			82	22,2	3,4	0,48	-
5	1,1	1,10	74	18,0	0,0	2,03	4,52
6	6,0	2,50	77	19,6	5,7	3,45	3,40
7			73	22,8	10,7	1,22	4,16
8			73	23,7	7,3	0,44	4,80
9	4,9	1,30	79	20,5	0,8	0,53	5,68
10	4,6	5,10	83	17,6	0,0	1,41	1,90
11			83	18,5	0,0	1,08	1,60
12	1,6	2,00	71	20,4	6,5	1,96	1,92
13			71	22,2	7,1	1,69	5,34
14			77	20,7	7,7	0,78	4,78
15	6,8	4,30	74	22,1	6,1	0,79	5,70
16	0,7	0,30	76	22,6	7,3	1,55	6,16
17	6,5	7,15	89	21,1	0,0	0,68	3,84
18	7,9	2,30	85	22,9	5,2	0,32	1,34
19	41,0	4,15	72	22,8	6,0	0,37	10,40
20	2,2	0,40	86	22,4	1,0	0,37	4,84
21	7,5	0,30	86	22,8	2,3	0,23	1,44
22	16,6	4,00	73	23,8	6,1	0,22	2,20
23	0,6	0,20	72	20,9	5,9	0,60	4,84
24			69	20,7	8,5	2,35	7,90
25			69	21,5	10,3	1,35	5,30
26			68	21,5	7,2	1,59	7,08
27			60	20,5	4,8	1,61	6,38
28			76	18,7	0,8	2,23	5,76
29	11,3	4,20	81	18,8	2,7	2,79	3,12
30	3,6	1,40	83	21,0	6,6	1,21	2,30
31	11,5	2,00	71	24,6	9,1	0,84	5,58

QUADRO 13 - Dados climatológicos do mês de setembro de 1968

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. E _o mm
1			67	15,3	10,1		1,70
2			70	17,4	8,5		4,70
3			86	14,6	0,0		5,50
4	7,4	6,0	85	14,5	1,8		1,00
5			73	17,9	10,5		2,50
6			73	17,0	7,4		4,40
7			66	19,6	7,0		5,40
8			54	19,6	5,3		6,50
9			49	19,3	4,0		6,50
10			53	21,8	10,3		7,30
11			69	21,4	10,4		7,90
12			76	18,9	10,1		6,00
13			75	19,1	8,7		6,10
14			57	19,5	7,4		6,00
15			58	22,0	8,4		5,90
16			64	20,9	6,3		6,30
17			59	18,2	10,2		6,70
18			64	20,0	8,9		6,10
19			75	23,3	7,3		5,30
20			87	20,4	0,0		6,00
21	8,2	7,3	70	15,0	2,5		2,00
22			68	15,1	11,0		4,80
23			68	18,4	10,7		5,30
24			69	20,2	10,5		6,20
25			63	20,9	10,5		5,80
26			68	20,1	8,3		6,80
27			63	21,9	2,7		5,60
28			55	24,4	0,0		4,40
29			72	20,6	0,0		7,60
30			84	18,5	0,0		2,60

QUADRO 14 - Dados climatológicos do mês de outubro de 1966

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U. R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			70	20,5	10,9		0,80
2			65	23,2	11,0		6,70
3			69	22,0	10,5		7,40
4			63	23,8	10,8		7,40
5			55	24,8	10,2		7,80
6			48	25,8	10,9		9,60
7			47	25,9	10,7		7,50
8			63	24,3	8,5		7,80
9			70	21,9	5,8		8,20
10			75	19,9	6,8		7,00
11	1,2	0,1	76	19,1	8,2		6,20
12			70	18,9	2,5		4,80
13			68	17,3	6,4		7,00
14			56	17,3	9,2		7,80
15			58	19,5	11,5		7,60
16			78	19,5	2,9		7,40
17	26,6	6,0	82	21,5	2,5		4,70
18	5,6		91	19,0	0,2		4,70
19	9,4		66	16,5	11,7		2,00
20			63	16,5	11,5		7,90
21			75	17,6	1,7		7,40
22	2,4		91	17,7	0,0		3,50
23			91	20,5	4,0		3,20
24	51,2		90	21,8	2,2		3,20
25			78	24,6	4,2		2,90
26			73	25,2			5,30
27			75	25,4	5,5		6,40
28	2,0		70	26,4	3,0		6,20
29	2,0		68	27,3	10,9		6,70
30			74	25,3	5,7		7,90
31			70	26,6	11,6		5,80

QUADRO 15 - Dados climatológicos do mês de novembro de 1968

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1			66	24,9	4,1		7,20
2			64	26,1	11,2		6,10
3			77	24,3	3,5		6,10
4			72	26,6	10,3		7,30
5	3,3		68	26,4	9,3		6,90
6			63	28,4	9,6		7,70
7			70	25,0	0,7		7,80
8			71	25,4	8,4		4,80
9			69	26,2	8,8		7,10
10			58	26,8	8,6		8,40
11			70	22,6	5,4		9,10
12			70	21,6	7,5		6,60
13			68	22,1	11,3		6,30
14			62	21,9	12,1		8,40
15			50	25,6	9,8		8,40
16			66	22,8	2,6		8,70
17			76	22,3	0,0		7,40
18			70	21,9	0,0		4,30
19			65	22,9	11,0		7,20
20			55	22,3	12,1		11,80
21			54	21,0	10,7		11,30
22			55	22,1	12,4		7,60
23			41	24,8	11,9		8,00
24			39	25,4	10,2		11,70
25			40	25,1	9,9		9,20
26			63	25,8	5,6		10,80
27	13,3		82	21,1	1,0		6,10
28	6,4		87	20,4	0,0		1,90
29	17,8		85	21,1	0,0		1,50
30	2,4		89	21,4	2,4		2,00

QUADRO 16- Dados climatológicos do mês de dezembro de 1968

Dias	Precipitação mm	Intensidade mm/h	U.R. %	Temp. média °C	Insolação horas	Vento m/s	Evapor. Eo mm
1	17,1		94	20,1	0,0		2,10
2	19,0		94	19,8	0,0		1,00
3	21,4		88	20,5	0,0		0,60
4	10,8		81	23,9	8,7		1,60
5			70	24,8	10,0		3,50
6	7,2		74	24,2	10,4		6,50
7			78	20,6			3,90
8			80	23,1	9,0		2,90
9	5,2		80	22,8	9,7		3,40
10			69	22,4	12,2		7,20
11			67	23,9	11,2		8,30
12			63	25,1	11,8		7,20
13			60	25,6	11,4		8,20
14			54	26,3	11,9		9,10
15			57	27,2	11,9		7,00
16	1,6		77	25,0	5,3		
17	5,4		82	22,4	5,2		6,20
18	17,4		79	23,7	8,1		-
19	15,8		76	24,8	9,9		-
20			72	25,9	12,2		6,80
21			72	25,9	11,5		8,50
22			70	26,1	9,2		7,30
23	1,0		83	22,6	0,9		9,00
24	6,0		76	25,1	12,4		-
25			85	22,9	2,4		6,20
26	15,6		85	21,2	4,1		-
27	10,8		84	23,1	7,4		4,30
28	27,4		82	23,3	8,3		-
29	0,6		88	20,8	0,0		-
30	22,2		86	23,9	8,5		-
31			75	26,0	12,0		4,70

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Produção

As produções obtidas, referentes aos 5 tratamentos durante os 3 anos de experimento, podem ser observadas nos QUADROS 17 a 19.

4.1.1 - Produção em 1966

A análise de variância dos dados de produção em relação aos 5 tratamentos para o ano de 1966 foi a seguinte:

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	11,2606	3,75	
Tratamento	4	106,1233	26,5308	1,49
Resíduo	12	213,8382	17,8197	
Total	19	331,2201		

Não houve efeito significativo dos tratamentos em relação a produção.

4.1.2 - Produção em 1967

A análise de variância dos dados de produção em relação aos 5 tratamentos para o ano de 1967 foi a seguinte:

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIANCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	219,46	73,15	
Tratamento	4	338,01	84,50	3,24
Resíduo	12	313,01	26,08	
Total	19	870,48		

Também não houve efeito significativo, embora em condições melhores que a anterior.

4.1.3 - Produção em 1968

A análise de variância dos dados de produção para o ano de 1968, foi a seguinte:

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIANCIA

C. Variância	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	38,63	13,21	
Tratamento	4	446,83	111,71	2,21
Resíduo	12	606,57	50,55	
Total	19	1.093,03		

Não houve efeito significativo entre os tratamentos.

QUADRO 17 - Produção do milho em 1966

Trata- mentos	B L O C O S			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
1	28,29	30,88	44,15	29,16
2	29,77	37,30	41,51	44,89
3	37,43	45,27	45,22	30,43
4	35,25	29,02	37,49	27,26
5	25,66	33,64	28,86	25,23

QUADRO 18 - Produção do milho em 1967

Trata- mentos	B L O C O S			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
1	10,37	17,37	15,67	14,37
2	14,17	11,37	23,97	15,87
3	19,87	25,27	16,47	19,37
4	19,17	11,10	19,57	19,87
5	14,37	13,97	10,57	16,20

QUADRO 19 - Produção do milho em 1968

Trata- mentos	B L O C O S			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
1	25,14	11,48	17,17	27,38
2	20,79	29,95	17,79	34,43
3	23,42	26,96	27,63	25,03
4	16,70	24,84	35,65	15,36
5	10,89	13,90	17,27	10,12

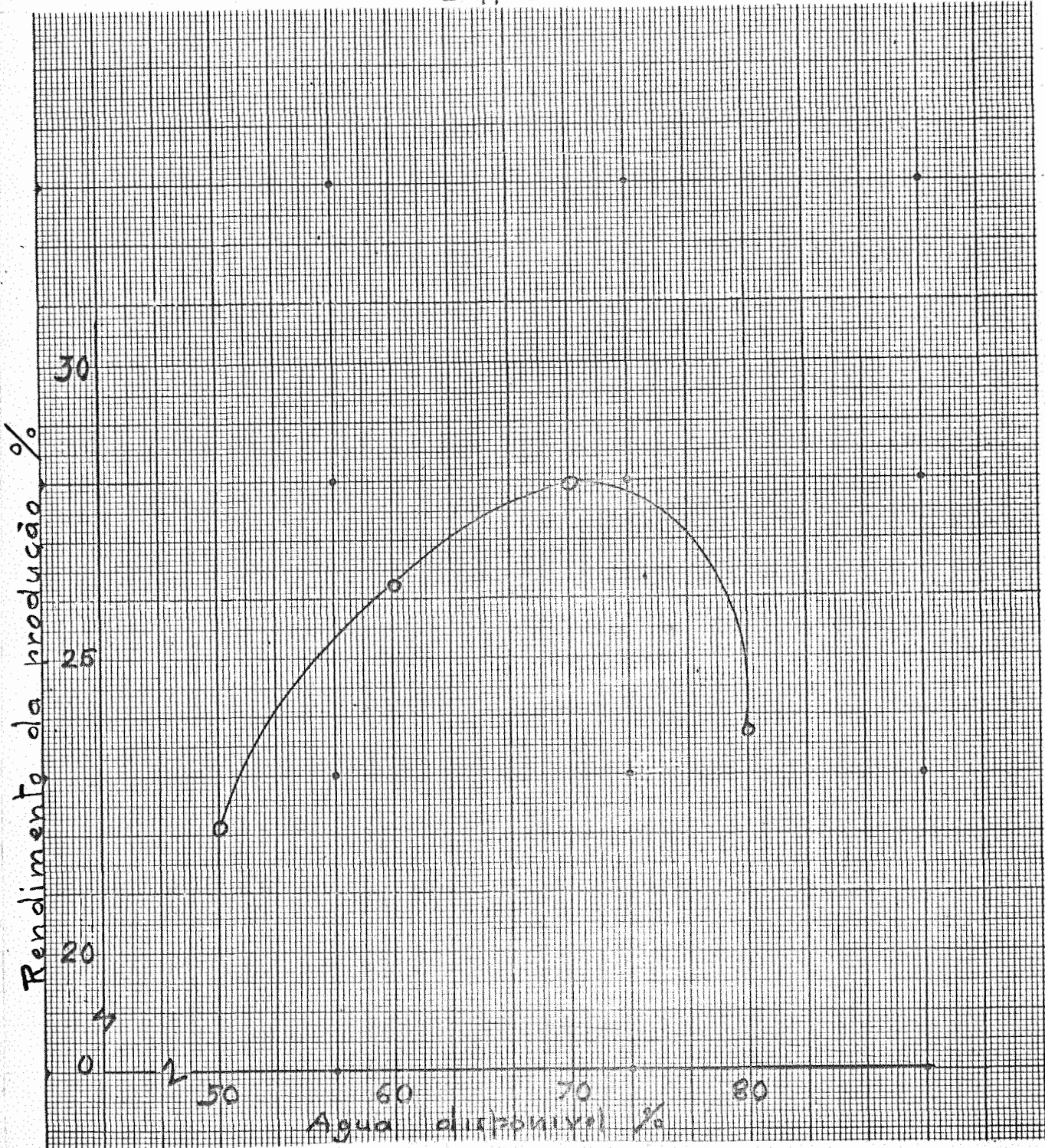


FIGURA 7 - Produção de milho em relação aos níveis de umidade, Tratamento 3.

Analisando os dados de produção, verifica-se que não houve efeito significativo entre os tratamentos durante os três anos de experimentação. Mas, observa-se que o tratamento 3 apresentou maior rendimento do que os restantes nos três anos de experimentação.

Embora, estatisticamente, este fato não seja significativo, há uma ligeira evidência de que a produção da cultura de milho respondeu melhor com o nível de umidade a 60% da água disponível do solo, conforme demonstram os QUADROS 17 a 19 e o gráfico da Fig.7 .

Ve-se também que a manutenção do solo com altos teores de umidade em cultura de milho não mostrou ser benéfico, o que pode indicar ser o milho sensível à acaração do solo.

Embora entre os tratamentos 2,3 e 4 as produções não mostrassem muita diferença, elegemos o tratamento 3 para servir de base para os estudos da evapotranspiração real.

Três hipóteses podem ser levantadas para explicar a não significância da produção em relação aos tratamentos de umidade, ou seja:

- 1 - As produções realmente não diferem por não haver de fato influência de umidade na produção.
- 2 - O pequeno número de repetições para os tratamentos ensaiados.
- 3 - A ocorrência de chuvas no período de maior exigência de água da cultura.

4.2 - Evapotranspiração real da cultura de milho

Os resultados da evapotranspiração real da cultura de milho se encontram nos QUADROS 20 a 34, onde estão

registradas as unidades em milímetros, relativas à água disponível calculada diretamente no campo, no início e final de cada período.

Os valores da evapotranspiração real, acumuladas em função do tempo, estão indicados nas Figs. 8 a 12, podendo se notar que as curvas resultantes são de forma sigmoïdal, fato este já observado por DENMEAD e SHAW (1959) e STANHILL (1961). A diferença de inclinação das curvas evidencia que a cultura não apresenta o mesmo consumo de água durante o seu ciclo vegetativo. Portanto, para melhor definirmos a intensidade de evapotranspiração real ocorrida na cultura de milho, para efeito de uso em projetos de irrigação, é necessário levar em consideração o estágio de desenvolvimento da cultura.

Observando as curvas das Figs. 8 a 12, verifica-se que no início da cultura, quando o solo não estava inteiramente coberto pelas plantas, a maior perda de água foi devida à evaporação, correspondendo a uma pequena inclinação da curva. À medida que a cultura foi se desenvolvendo, a curva foi ganhando maior inclinação revelando que as perdas de água aumentaram, pois, o solo se apresentava inteiramente coberto pelas plantas, ocasião em que se dava o pendocamento e a polinização, demandando maior intensidade de evapotranspiração. Finalmente a curva declina quando se iniciou a maturação dos grãos de milho, havendo um decréscimo na atividade fisiológica da planta e consequentemente uma queda na evapotranspiração.

A fim de que pudéssemos analisar e interpretar os dados obtidos, de modo a permitir conclusões bem caracterizadas, achamos conveniente dividir o ciclo vegetativo da cultura durante as determinações da evapotranspiração, em três estágios, conforme estão discriminados no QUADRO 35.

QUADRO 20 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1966.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/ dia mm
		Início mm	Final mm				
10 - 11/9	2	36,41	33,76			2,65	1,33
12 - 15/9	4	33,76	26,40			7,36	1,84
16 - 16/9	1	26,40	24,40			2,00	2,00
17 - 20/9	4	24,40	35,11	6,40	30,00	7,88	1,97
21 - 25/9	5	35,11	25,36			9,75	1,95
26 - 28/9	3	25,36	32,80		20,00	8,80	2,94
29 - 30/9	2	75,38	75,69	62,80		6,16	3,08
1 - 5/10	5	75,69	59,28			16,41	3,28
6 - 9/10	4	59,28	79,07	59,00		14,68	3,67
10 - 14/10	5	79,07	58,44	7,70		20,33	4,06
15 - 17/10	3	58,44	78,83	1,90	33,00	12,45	4,15
18 - 21/10	4	78,83	61,89	3,50		16,94	4,23
22/10 - 3/11	13	61,89	72,57	107,50		56,16	4,32
4 - 6/11	3	72,57	59,31			13,26	4,42
7/11	1	59,31	63,12	6,30		4,42	4,42
8/11	1	63,12	58,70			4,42	4,42
9 - 16/11	8	58,70	74,12	44,30	34,00	36,46	4,57
17 - 18/11	2	74,12	64,67			9,45	4,72
19 - 23/11	5	64,67	71,07		34,00	20,65	4,13
24 - 27/11	4	71,07	57,85			13,20	3,30
28/11 - 1/12	4	57,85	61,66		20,00	12,80	3,45
2 - 6/12	5	61,66	70,72	11,00	21,00	16,25	3,45
7 - 11/12	5	70,72	63,45	12,50		18,00	3,60
12/12	1	63,45	59,80			3,60	3,60

QUADRO 21 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1967.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/ dia mm
		Inic. mm	Final mm				
11 -11/9	1	49,80	47,22			2,58	2,58
12 -13/9	2	47,22	55,97	39,10		5,80	2,90
14 -17/9	4	55,97	43,04			12,93	3,23
18 -21/9	3	43,04	56,77	26,50	30,00	8,70	2,90
21 -24/9	4	56,77	46,35			10,42	2,60
25 -26/9	2	46,35	56,20		30,00	7,80	3,90
27 -28/9	2	56,20	45,84			10,36	5,18
29/9 - 2/10	4	45,84	52,34		30,00	15,72	3,93
3 - 5/10	3	52,34	43,95			8,39	2,79
6/10	1	43,95	50,18		20,00	2,67	2,67
7 - 9/10	3	50,18	42,49			7,69	2,56
10 -13/10	4	42,49	69,85		30,00	12,60	3,15
14 -15/10	2	69,85	52,37			7,48	3,74
16 -27/10	12	62,37	87,80	121,40		52,20	4,35
28 -30/10	3	87,80	72,82			14,98	4,99
31/10- 1/11	2	72,82	83,49		30,00	10,06	5,03
2 - 3/11	2	83,49	72,34			11,15	5,07
4 - 6/11	3	72,34	78,64		20,00	13,02	4,34
7 - 9/11	3	78,64	67,84			10,80	3,60
10 -17/11	8	67,84	87,98	24,50	30,00	28,40	3,80
18 -22/11	5	87,98	67,85			20,13	4,03
23 -27/11	5	67,85	87,19	61,40		18,50	3,70
28/11- 1/12	4	87,19	73,64			13,44	3,36

QUADRO 22 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1968.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/ dia mm
		Inic. mm	Final mm				
25 -29/9	5	56,45	43,75			12,70	2,54
30/9 - 2/10	3	55,80	82,30			10,62	3,54
3 - 6/10	4	82,30	64,10			18,20	4,55
7 - 8/10	2	64,10	54,40			9,70	4,85
9 -10/10	2	54,40	86,30		20,00	7,80	3,90
11 -15/10	5	86,30	71,00	1,20		15,30	3,06
16 -25/10	10	71,00	89,90	96,80	30,00	42,50	4,25
26 -28/10	3	89,90	73,44	3,00		16,36	5,45
29 -31/10	3	73,44	87,80		36,00	15,90	5,30
1/11- 6/11	6	87,80	56,80			31,00	5,16
7 - 8/11	2	56,80	82,00		36,00	8,50	4,25
9 -15/11	7	82,00	56,80			23,40	3,34
16 -19/11	4	58,60	48,58			10,02	3,34
20 -21/11	2	48,58	74,70		36,00	6,34	3,17
22 -24/11	3	74,70	67,00			7,70	2,56
25/11- 4/12	10	67,00	87,87	102,20		25,60	2,56
5 - 8/12	4	87,87	77,60			10,27	2,56
9 -10/12	2	77,60	70,36			7,24	3,62

QUADRO 23 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1966.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/ dia mm
		Inic. mm	Final mm				
22 -23/9	2	35,54	31,12			4,42	2,21
24 -25/9	2	31,12	26,64			4,48	2,24
26 -28/9	3	26,64			18,00	7,86	2,62
29 -30/9	2	78,38	84,18	62,80		7,86	2,62
1/10- 2/10	2	84,18	78,18			6,00	3,00
3 - 6/10	4	78,18	64,72			13,46	3,37
7 - 9/10	3	64,72	75,11	59,00		9,90	3,30
10 -11/10	2	75,11	68,65			6,46	3,23
12 -14/10	3	68,65	61,53	7,70		11,43	3,81
15 -16/10	2	61,53	53,53			8,00	4,00
17 -18/10	2	53,53	79,64	3,50	33,60	8,76	4,38
19 -21/10	3	79,64	65,31			14,33	4,77
22 -23/10	2	65,31	80,95	34,40		9,68	4,84
24 -25/10	2	80,95	71,13			9,82	4,91
26/10- 3/11	9	71,13	77,53	73,10		36,96	4,62
4/11- 8/11	5	77,53	56,40	6,60		21,70	4,34
9 -16/11	8	56,40	66,69	44,00	34,00	29,60	3,70
17 -18/11	2	66,69	60,55			6,14	3,07
19 -24/11	6	60,55	61,57		34,00	20,82	3,47
25 -27/11	3	61,57	49,92			11,65	3,88
28/11- 6/12	9	49,92	59,61	24,60	36,00	30,78	3,42
7 -11/12	5	59,61	57,67	12,90		14,84	2,96
12/12	1	57,67	55,08			2,59	2,59

QUADRO 24 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1967.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
3 - 4/9	2	19,78	13,37			6,41	3,20
5 - 7/9	3	13,37	45,31		30,00		
8 -10/9	3	45,31	47,42	29,50			
-11/9	1	47,42	45,16	39,10		27,27	3,03
12 -13/9	2	45,16	50,76				2,87
14 -18/9	5	50,76	36,38			14,35	2,87
19 -20/9	2	36,38	52,43	38,00	26,50	5,56	2,78
21 -25/9	5	52,43	38,91			13,50	2,70
26 -26/9	1	38,91	53,41		25,00	3,38	3,38
27 - 1/10	5	53,41	33,11			20,30	4,06
2 - 3/10	2	33,11	41,95		20,00	7,54	3,77
4 - 5/10	2	41,95	34,99			6,96	3,48
6/10	1	34,99	56,58		20,00	4,42	4,42
7 -10/10	4	56,58	35,01			21,48	5,37
11 -12/10	2	55,71	45,42	0,30		10,60	5,30
13 -29/10	17	45,42	73,89	210,80		72,25	4,25
30/10- 2/11	4	72,50	59,76	0,40		12,76	3,19
3 - 6/11	4	59,70	60,01		20,00	10,88	2,72
7 - 8/11	2	60,01	54,49			5,52	2,26
9 -10/11	2	54,49	71,65		26,00	6,08	3,04
11 -13/11	3	71,65	63,67	5,80		10,86	3,62
14 -17/11	4	63,67	76,35	24,50		14,40	3,60
18 -22/11	5	76,35	58,88			17,45	3,49
23 -27/11	5	58,88	72,15	58,20		16,90	3,38
28/11- 1/12	4	72,15	60,65	3,20		13,12	3,28
2 -15/12	13	60,65	63,08	25,00		48,10	3,70

QUADRO 25 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1968.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
24 -25/9	2	47,37	43,03			4,34	2,17
26 -27/9	2	43,03	55,34		30,00	5,54	2,77
28/9 - 3/10	6	55,34	35,06			20,28	3,38
		35,06	51,40				
4 - 6/10	3	51,40	44,30			7,11	2,37
7 -10/10	4	44,30	68,30		36,00	11,52	2,88
11 -15/10	5	68,30	50,30	1,20		18,00	3,60
16 -17/10	2	50,30	77,70	26,60	36,00	7,82	3,91
18 -20/10	3	77,70	67,30	9,40		11,73	3,91
21 -25/10	5	67,30	74,70	60,80		19,55	3,91
26 -30/10	5	74,70	53,58	3,00		21,12	4,22
31/10- 4/11	5	53,58	69,12	3,30	30,00	20,35	4,07
5 - 6/11	2	69,12	61,30			7,82	3,91
7 - 8/11	2	61,30	76,70		30,00	6,48	3,24
9 -15/11	7	76,70	57,54			19,11	2,73
16 -17/11	2	57,54	72,30			5,30	2,65
18 -21/11	4	72,30	59,43			10,28	2,57
		59,43	70,25			3,06	3,06
23 -25/11	3	70,25	59,54			10,68	3,56
26/11- 4/12	9	59,54	79,41	108,20		27,54	3,06
5 - 9/12	5	79,41	66,60	5,20		12,80	2,56
10 -12/12	3	66,60	59,80			6,80	2,23

QUADRO 26 - TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1966.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
23 -25/9	3	32,76	24,97			7,79	2,59
26 -28/9	3	24,97	35,67		18,00	7,95	2,65
29 -30/9	2	71,99	78,48	62,80		5,40	2,70
1/10- 6/10	6	78,48	61,63			16,86	2,81
7 -10/10	4	61,63	74,23	59,00		11,36	2,84
11 -17/10	7	74,23	63,50	9,30		20,01	2,86
18/10- 3/11	17	63,10	76,68	111,00	26,00	60,01	3,53
4 - 7/11	4	76,68	63,21	6,30		16,80	4,20
8 - 9/11	2	63,21	54,82			8,40	4,20
10 -17/11	8	54,82	73,10	44,30		31,36	3,92
18 -23/11	6	73,10	51,26			21,84	3,64
24/11-30/11	7	51,26	66,75		26,00	24,45	3,35
1/12	1	66,75	63,70			3,05	3,05
2 - 9/12	8	63,70	73,04	24,60	9,00	19,92	2,44
10 -11/12	2	73,04	69,81	0,40		3,63	1,82
12/12	1	69,81	67,99			1,82	1,82

QUADRO 27 - TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1967.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
-13/9	1	53,93	51,89			2,04	2,04
14 -18/9	5	51,89	41,70			10,19	2,04
19 -20/9	2	41,70	59,56	26,50		4,74	2,37
21 -22/9	2	59,56	54,18			5,38	2,69
23 -25/9	3	54,18	45,69			8,49	2,83
26 -28/9	3	45,69	35,85			9,84	3,28
29/9	1	35,85	54,10		33,00	2,98	2,98
30/9 - 9/10	10	54,10	24,51			29,60	2,96
10 -11/10	2	24,51	56,54		36,00	6,00	3,00
12 -13/10	2	56,54	52,46			4,08	2,04
14 -17/10	4	52,46	72,46	59,60		22,30	5,57
18 -29/10	12	72,46	73,95	102,90		46,32	3,86
30/10- 5/11	7	73,95	46,08	0,4		27,87	3,98
6 - 8/11	3	46,08	69,07	69,07	30,00	10,11	3,37
9 -12/11	4	69,07	57,65			11,42	2,86
13 -17/11	5	57,65	74,41	27,70		15,75	3,15
18 -22/11	5	74,41	57,19			17,22	3,44
23 -27/11	5	57,19	76,75	58,40		16,90	3,38
28/11-30/12	3	76,75	66,77			9,98	3,32
1 - 7/12	7	66,77	71,84	7,10	20,00	16,80	2,40
8 -12/12	5	71,84	64,13	11,10		28,80	2,40
13/12	1	64,13	62,68			1,45	1,45

QUADRO 28 - TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1968.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
24 -27/9	4	40,73	34,86			5,87	1,47
28/9 - 1/10	4	34,86	24,52			10,34	2,58
2 - 4/10	3	24,52	35,80		36,00	8,58	2,86
5 - 8/10	4	61,80	49,20			12,60	3,15
9 -11/10	3	49,20	82,76	1,20	36,00	9,78	3,26
12 -13/10	2	82,76	76,00			6,76	3,38
14 -15/10	2	76,00	68,12			7,88	3,94
16 -25/10	10	68,12	83,80			47,00	4,70
26 -28/10	3	83,80	67,38			16,42	5,47
29/10- 6/11	9	67,38	32,00	3,30		35,38	3,93
7 - 8/11	2	32,00	94,28		36,00	6,90	3,45
9 -15/11	7	94,28	73,50			20,79	2,97
16 -17/11	2	73,50	70,53			5,94	2,97
18 -18/11	1	70,53	81,06		36,00	2,70	2,70
19 -21/11	3	81,06	73,64			7,83	2,61
22/11- 4/12	13	73,64	84,70	108,20		32,76	2,52
5 -11/12	7	84,70	71,70	5,2		18,20	2,60
12/12	1	71,70	69,10			2,60	2,60

QUADRO 29 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1966.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
24 -25/9	2	35,06	25,10			9,96	1,99
26 -30/9	5	25,10	36,80		18,00	12,60	2,52
1/10	1	75,77	72,72			3,05	3,05
2 - 6/10	5	72,72	61,26	1,70		11,16	2,23
7 -10/10	4	61,26	77,80	59,00		11,52	2,88
11 -12/10	2	77,80	72,21	7,70		6,28	3,14
13 -14/10	2	72,21	64,31			7,90	3,95
15 -17/10	3	64,31	55,69	1,90		8,62	3,51
18 -24/10	7	55,69	76,70	34,40	26,00	29,19	4,17
25/10	1	76,70	71,86			4,84	4,84
26/10- 3/11	9	71,86	79,46	63,10		40,54	4,56
4 - 9/11	6	79,46	53,74	6,30		23,40	3,90
10 -18/11	9	53,74	63,23	44,30		29,16	3,24
19 -23/11	5	63,23	50,22			13,01	2,60
24 -27/11	4	50,22	39,51			10,71	2,68
28/11- 1/12	4	39,51	54,19		36,00	10,70	2,67
2 - 7/12	6	54,19	43,72	24,60		15,50	2,50
8 -12/12	5	43,72	33,08	1,70		10,64	2,32

QUADRO 30 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1967.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
8 -10/9	3	25,55	50,98	29,50			
-11/9	1	50,98	49,43			1,55	1,55
12 -13/9	2	49,43	51,35	39,10		4,96	2,48
14 -19/9	6	51,35	30,87			20,48	3,41
20 -20/9	1	30,87	49,79		26,50	2,86	2,86
21/9 - 1/10	11	49,79	24,20			25,59	2,32
2 - 3/10	2	24,20	36,71		30,00	4,80	2,40
4 - 9/10	6	36,71	21,73			14,98	2,49
10 -12/10	3	21,73	52,69		30,00	10,68	3,56
13/10	1	52,69	48,06			4,63	4,63
14 -27/10	14	48,06	77,73	211,60		57,40	4,10
28 -30/10	3	77,73	66,97			10,76	3,58
31/10- 7/11	8	66,97	40,92	0,40		29,04	3,63
8 -10/11	3	40,92	77,27		55,00	12,30	4,10
11 -13/11	3	77,27	66,43			13,80	4,60
14 -17/11	4	66,43	73,46	21,30		14,84	3,71
18 -21/11	4	73,46	62,14			11,32	2,83
22 -28/11	7	62,14	78,74	61,40		19,04	2,72
29/11- 5/12	7	78,74	64,74	4,30		18,30	2,61
6 -11/12	6	64,74	71,12	18,20		9,00	2,26
12 -14/12	3	71,12	65,35	1,60		5,77	2,52

QUADRO 31 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1968.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
24/9 - 1/10	8	49,45	29,67			19,78	2,47
2 - 4/10	3	29,67	78,80		36,00	8,82	2,94
5 - 15/10	11	78,80	41,20	1,20		37,60	3,42
16 - 18/10	3	41,20	32,10	39,20		8,90	2,93
19 - 20/10	2	32,10	60,00	9,40		9,90	4,45
21 - 25/10	5	60,00	84,50	53,60	22,00	22,25	4,45
26 - 31/10	6	84,50	51,95	3,00		32,55	5,42
1 - 6/11	6	51,95	26,60	3,30		25,35	4,22
7 - 8/11	2	26,60	76,80			6,70	3,35
9 - 15/11	7	76,80	59,50			17,30	2,47
16 - 21/11	6	59,50	91,47		36,00	17,16	2,86
22 - 24/11	3	91,47	82,00			9,47	3,16
25/19 - 8/12	14	82,00	76,58	113,40		35,14	2,51
9 - 10/12	2	76,58	72,52			4,06	2,03
11 - 12/12	2	72,52	68,46			4,06	2,03

QUADRO 32 - TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1966.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	ER/ período do mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm			
22 -26/9	5	23,05	17,27		5,78	1,15
27 -28/9	2	17,27	32,71	19,60		
29 -30/9	2	67,45	77,67	43,20	8,52	2,13
1 - 6/10	6	77,67	58,79	1,70	18,88	3,14
7 -10/10	4	58,79	67,51	57,30	10,36	2,59
11 -12/10	2	67,51	71,12	7,70	4,09	2,04
13 -19/10	7	71,12	48,61	5,40	22,51	3,21
20 -25/10	6	48,61	56,64	113,80	21,00	3,50
26/10- 3/11	9	56,64	45,15		31,50	3,50
4 - 9/11	6	45,15	23,46		21,00	3,50
10 -18/11	9	23,46	56,64	44,30	31,50	3,50
19 -21/11	3	56,64	45,15		11,49	3,83
22 -27/11	6	45,15	23,46		21,69	3,61
28 -30/11	3	23,46	12,76		8,70	2,90
1 - 9/12	9	12,76	9,90	23,50	19,80	2,20
10 -12/12	3	9,90	1,63		8,27	2,76

QUADRO 33 - TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1967.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/período mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
13/9	1	14,93	22,47	68,60		1,82	1,82
14 -17/9	4	22,47	15,17			7,30	1,82
18 -20/9	3	15,17	24,59	26,50		6,21	2,07
21 -22/9	2	24,59	19,95			4,64	2,32
23/9 - 5/10	13	19,95	6,70			26,65	2,05
6 -12/10	7	26,54	14,09	0,30		12,55	1,80
13 -27/10	15	14,09	86,36	216,80		42,45	2,82
28/10-12/11	16	86,36	27,99			58,37	3,64
13 -17/11	5	27,99	36,96	24,50		14,95	2,99
18 -22/11	5	36,96	25,23			11,73	2,34
23 -28/11	6	25,23	79,55	61,40		11,52	1,92
29/11- 6/12	8	79,55	68,59	7,10		11,92	1,49
7 -15/12	9	68,59	56,18	17,90		12,41	1,38

QUADRO 34 - TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária da cultura de milho, em milímetros, a partir dos registros de umidade do solo, precipitação e irrigação, para o ano de 1968.

Período	Dias	Umidade no período		Precipitação mm	Irrigação mm	ER/ período mm	ER/dia mm
		Inic. mm	Final mm				
26/9 - 6/10	11	29,90	17,75			12,15	1,10
7 -13/10	7	26,10	19,80	1,20		7,70	1,10
14 -20/10	7	19,80	43,90	36,00		29,52	2,46
21 -25/10	5	43,90	81,65	60,80			
26/10- 8/11	14	81,65	34,35	6,30		53,60	3,82
9 -17/11	9	34,35	6,00			28,35	3,15
18 -19/11	2	6,00	0,00			6,00	3,00
20 -29/11	10	0,00	12,50	37,50		25,01	2,50
30/11-12/12	13	12,50	70,00	83,10		23,40	1,80

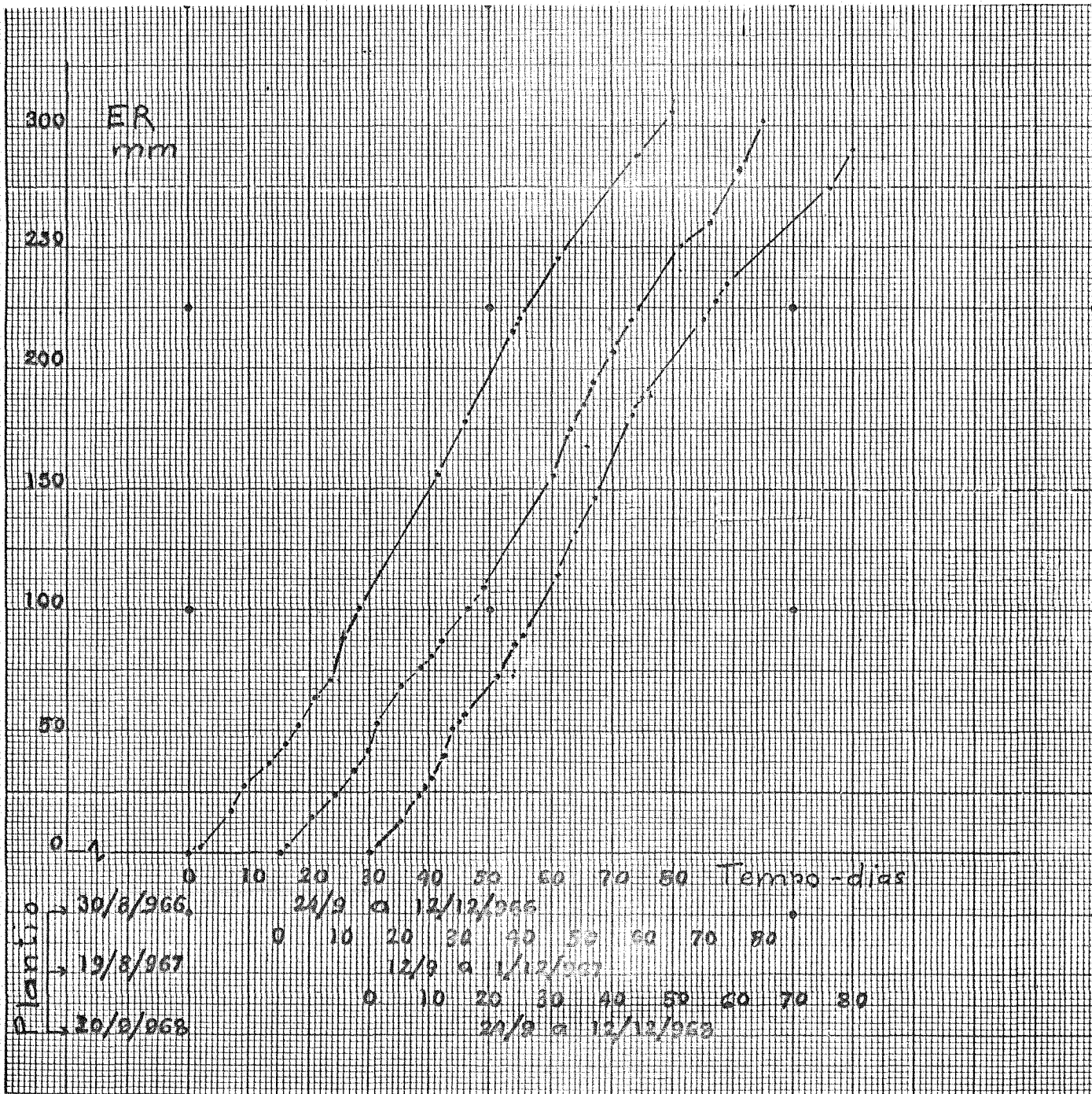


FIGURA 8 - Evapotranspiração real acumulada em mm da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 1.

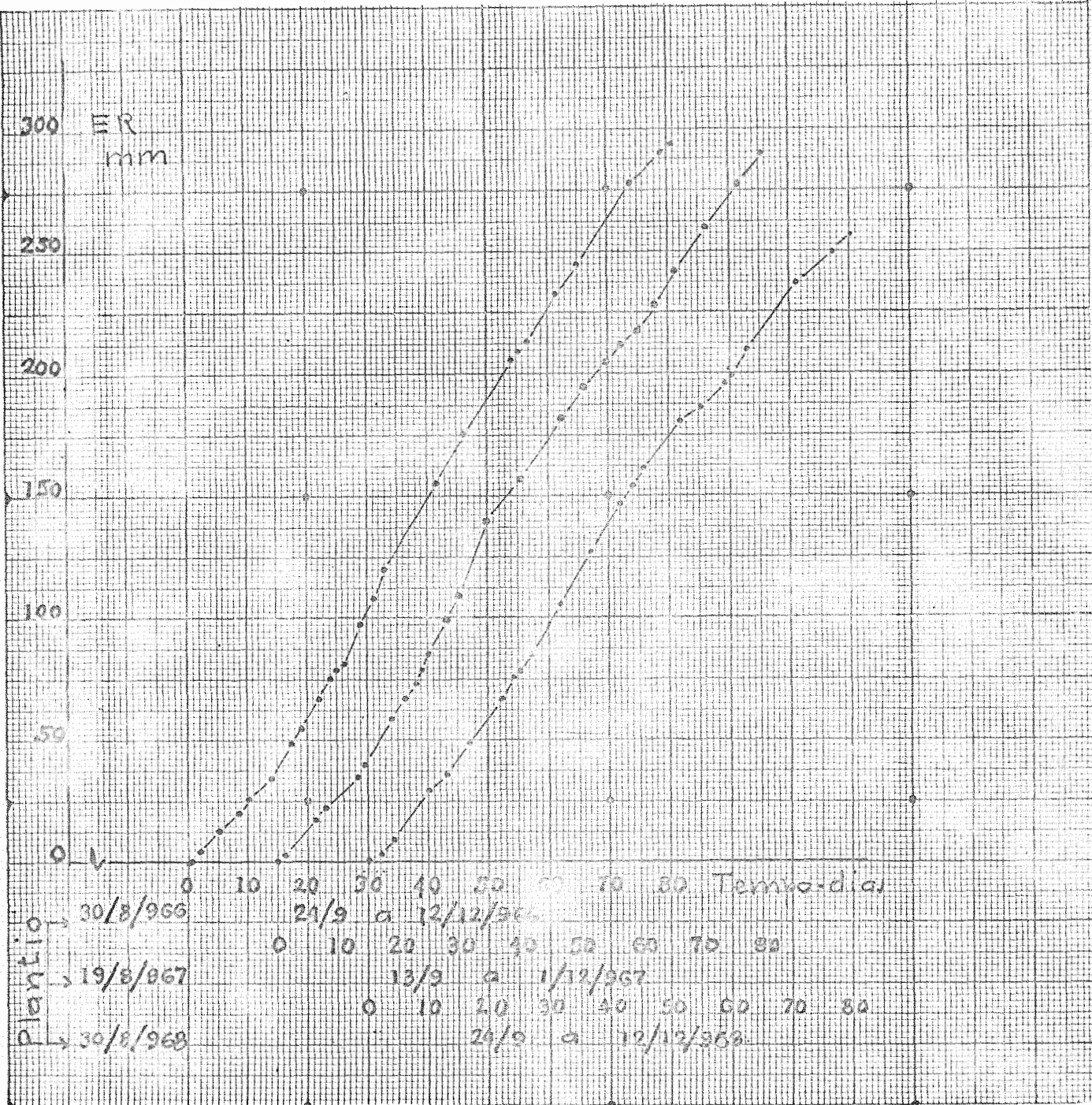


FIGURA 9 - Evapotranspiração real acumulada em mm da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 2.

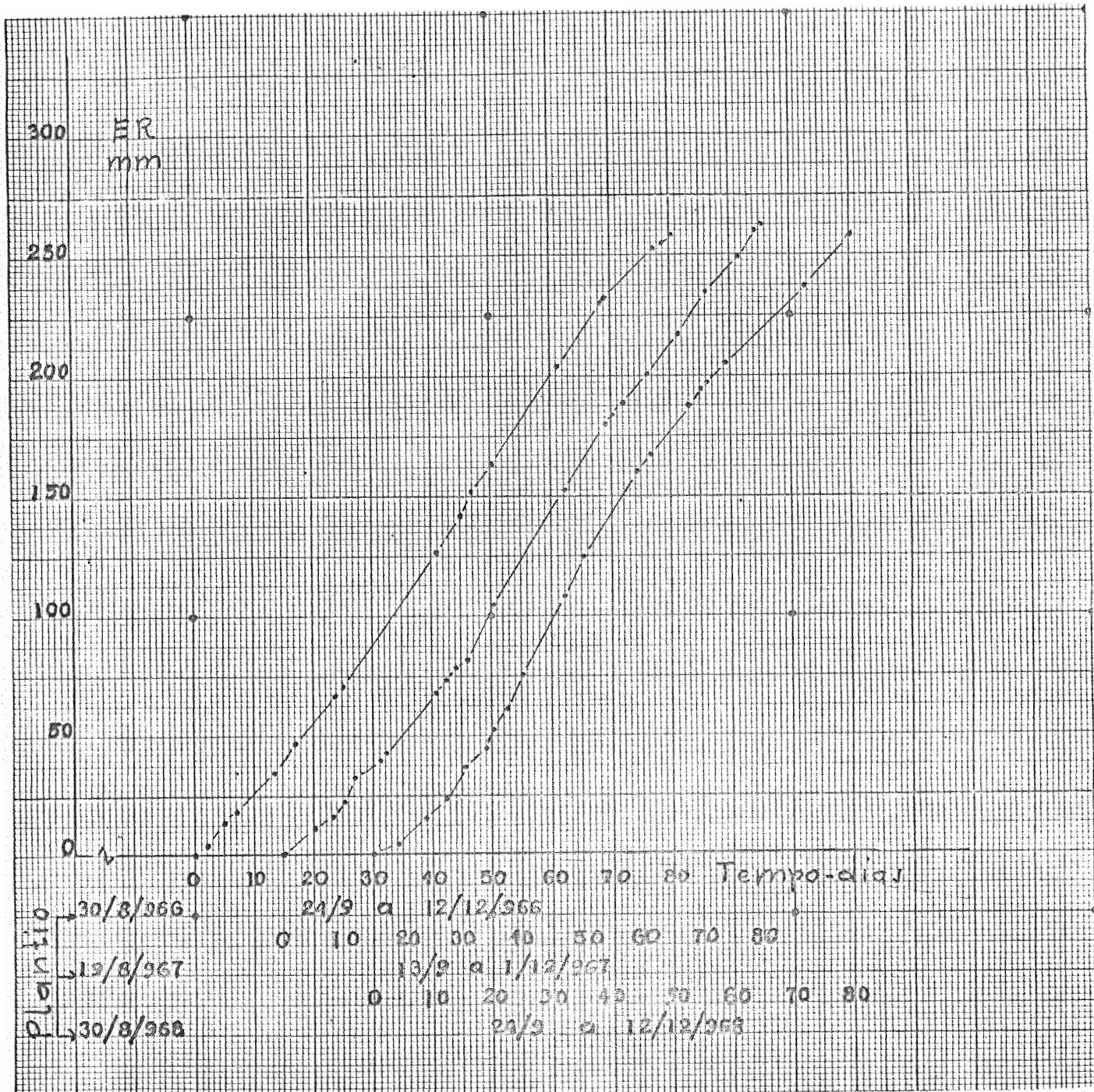


FIGURA 10 - Evapotranspiração real acumulada em mm da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 3

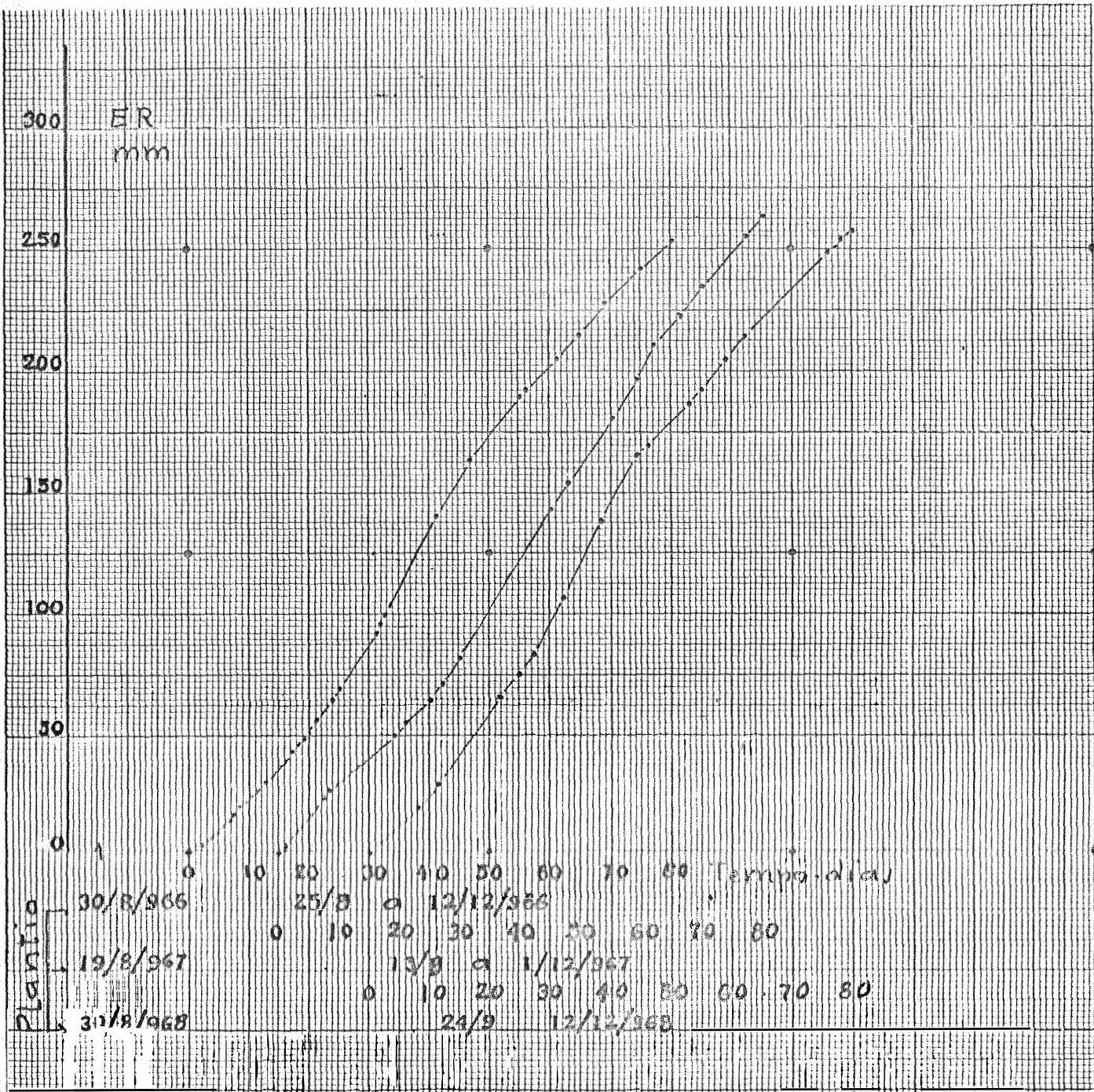


FIGURA 11 - Evapotranspiração real acumulada em mm da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 4

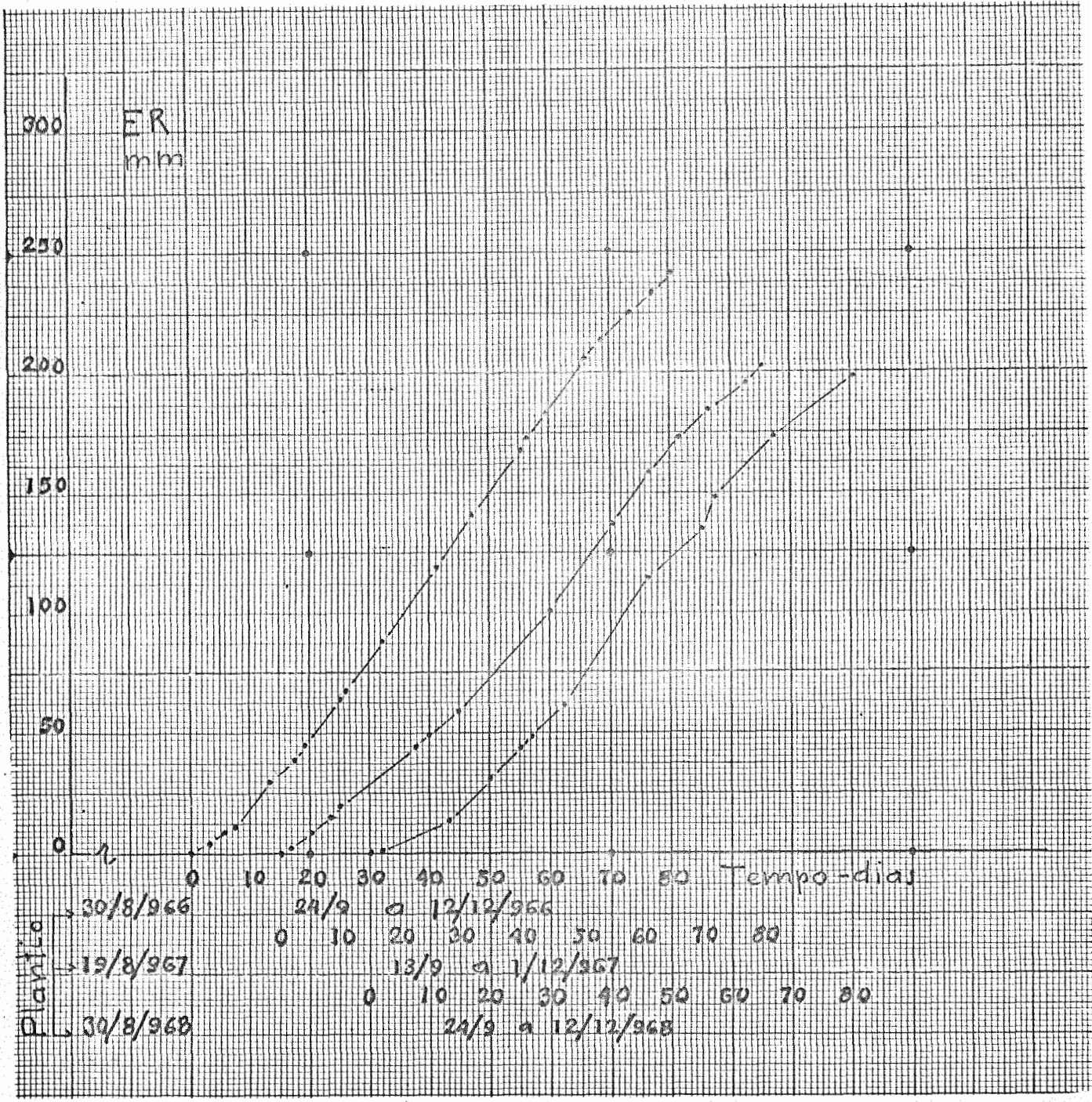


FIGURA 12 - Evapotranspiração real acumulada em mm da cultura de milho em 1966, 1967 e 1968. Tratamento 5.

QUADRO 35

ANOS	ESTAGIOS (comuns a todos os tratamentos)
1966 (semeadura em 30/8)	1º) de 24/9 a 18/10 = 25 dias 2º) de 19/10 a 17/11 = 30 dias 3º) de 18/11 a 12/12 = <u>25</u> dias (soma) 80
1967 (semeadura em 18/8)	1º) de 13/9 a 7/10 = 25 dias 2º) de 8/10 a 6/11 = 30 dias 3º) de 7/11 a 1/12 = <u>25</u> dias (soma) 80
1968 (semeadura em 30/8)	1º) de 24/9 a 18/10 = 25 dias 2º) de 19/10 a 17/11 = 30 dias 3º) de 18/11 a 12/12 = <u>25</u> dias (soma) 80

Nos QUADROS 36 a 50, que se referem à evapotranspiração real dos tratamentos podem ser observadas as médias diárias, em milímetros, no período de 80 dias (QUADRO 35), durante os três anos de experimento.

As diferenças em evapotranspiração entre os tratamentos irrigados não foram sensivelmente evidentes, mas nota-se que os tratamentos mantidos nos níveis mais altos de umidade consumiram maior quantidade de água.

Podemos formular as seguintes hipóteses justificativas desses resultados.

1 - O Tratamento 1, em que mantivemos o nível de 80% de água disponível acusaria maior consumo, em virtude de condicionar um potencial de água mais elevado, favorecendo o fluxo para as raízes e plantas e, sobretudo para a atmosfera diretamente do solo (evaporação).

2 - A manutenção dos níveis de umidade pré estabelecidos em valores constantes, foi bastante dificultada pela ocorrência de chuvas no período do experimento, que teriam perturbado a sensibilidade esperada nos resultados.

3 - O solo do campo experimental é argiloso, o qual se mantido com umidade acima de 50% da água disponível, na maioria das vezes, a água do solo, teria permanecido retida a uma tensão inferior a 2 atmosferas, onde a planta não encontra dificuldade em aproveitá-la.

Embora as diferenças na evapotranspiração real sejam pequenas, o Tratamento 1 exigiu irrigação mais frequentes, sendo implícito maior consumo de água. A magnitude das alturas em milímetros de água de irrigação foram de 196,6 - 161,0 - 115,0 e 99,0 para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 respectivamente, como valores médios dos 3 anos de experimentação.

As explicações que passaremos a expor, se consubstanciarão à guisa de exemplos nos valores observados e obtidos para o Tratamento 3. Portanto, o elegemos para servir de suporte nas análises e interpretação dos resultados. Esclarecêramos, anteriormente, que o Tratamento 3 fôra, pelos resultados de campo, o mais produtivo.

Para desenvolver as análises de regressão dos dados de evapotranspiração real, recorreremos aos valores totais acumulados, pois que ocorrem grandes variações quando se consideram valores individuais.

Consideramos nessas análises, os estágios do ciclo da cultura, referidos anteriormente (QUADRO 35).

4.2.1 - Análise de variância da ER do Tratamento 3 relativa ao 1º estágio

A análise da variância do Tratamento 3 relativa ao 1º estágio, durante os períodos de 1966, 1967 e

QUADRO 36 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A") em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura de milho. Ano de 1966.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)					
			Total	Diária	Total	Diária							
1º	24-25/9	2	3,90	1,95	12,06	6,03	ER/dia= 3,807 Eo/dia= 5,341	0,653					
E	26-28/9	3	8,92	2,94	15,64	5,21							
S	29-30/9	2	6,26	3,08	8,40	4,20							
T	1- 5/10	5	16,41	3,28	30,03	6,01							
A	6- 9/10	4	14,68	3,67	19,20	4,80							
G	10-14/10	5	20,33	4,06	24,73	4,95							
I	15-17/10	3	12,45	4,15	20,80	6,93							
O	18/10	1	4,23	4,23	2,68	2,68							
		25	87,18		133,54								
2º	19-21/10	3	12,71	4,24	17,87	5,96	ER/dia= 4,408 ER/dia= 4,671	0,944					
E	22/10-	13	56,16	4,32	48,45	3,73							
S	3/11												
T	4- 8/11								5	22,11	4,42	29,71	5,94
A	9-16/11								8	36,56	4,57	38,90	4,86
G	17/11								1	4,72	4,72	5,22	5,22
I		30	132,26		140,15								
3º	18-23/11	6	24,78	4,13	40,12	6,68	ER/dia= 3,626 Eo/dia= 6,802	0,538					
E	24-27/11	4	13,22	3,30	27,80	6,95							
S	28/11-	9	31,05	3,45	62,68	6,96							
T	6/12												
A	7-12/12								6	61,60	3,60	39,46	6,57
G		25	90,55		170,06								
I													
O													
	TOTAL	80	310,09		443,75								

ER/dia média diária = 3,876 mm

Eo/dia média diária = 4,297 mm

QUADRO 37 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A") em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1967.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo-1 (K)		
			Total	Diária	Total	Diária				
1º	13/9	1	2,90	2,90	9,80	9,80	ER/dia= 3,302 Eo/dia= 5,585	0,591		
E	14-17/9	4	12,93	3,23	15,52	3,85				
S	18-20/9	3	8,70	2,90	15,98	5,32				
T	21-24/9	4	10,42	2,60	22,16	5,44				
A	25-26/9	2	7,80	3,90	12,66	6,33				
G	27-28/9	2	10,36	5,18	13,20	6,60				
I	29/9-2/10	4	15,72	3,93	20,02	5,00				
O	3- 5/10	3	8,39	2,79	17,96	5,98				
	6/10	1	2,67	2,67	5,64	5,64				
	7/10	1	2,56	2,56	6,69	6,69				
		25	82,55		139,63					
2º	8- 9/10	2	5,12	2,56	13,02	6,51	ER/dia= 4,221 Eo/dia= 4,504	0,937		
E	10-13/10	4	12,60	3,15	19,42	4,85				
S	14-15/10	2	7,49	3,74	12,40	6,20				
T	16-27/10	12	52,20	4,35	37,85	3,15				
A	28-30/10	3	14,98	4,99	15,24	5,08				
G	31/10									
I	1/11	2	10,06	5,03	10,54	5,27				
O	2- 3/11	2	11,15	5,07	9,40	4,70				
	4- 6/11	3	13,02	4,34	17,24	5,74				
		30	126,62		135,11					
3º	7- 9/11	3	10,80	3,60	17,12	5,70	ER/dia= 3,727 Eo/dia= 4,219	0,883		
E	10-17/11	8	30,40	3,80	30,18	3,77				
S	18-22/11	5	20,13	4,03	24,51	4,90				
T	23-27/11	5	18,50	3,70	15,74	3,15				
A	28/11									
G	1/12	4	13,45	3,36	17,93	4,48				
I		25	93,28		105,48					
O										
	TOTAL	80	302,45		380,22					

ER/dia média diária = 3,780 mm
Eo/dia média diária = 4,753 mm

QUADRO 38 - TRATAMENTO 1 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1968.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º	24-28/9	5	12,70	2,54	28,80	5,76		
E	29/9-							
S	1/10	3	10,62	3,54	11,00	3,67	ER/dia=	
T	2- 5/10	4	18,20	4,55	29,30	7,32	3,653	
A	6- 7/10	2	9,70	4,85	17,10	8,55		0,573
G	8- 9/10	2	7,80	3,90	16,00	8,00	Eo/dia=	
I	10-14/10	5	15,30	3,06	32,80	6,56	6,376	
O	15-17/10	3	12,75	4,25	19,70	6,57		
	18/10	1	4,25	4,25	4,70	4,70		
		25	91,32		159,40			
2º	19-24/10	6	25,50	4,25	27,20	4,53		
E	25-27/10	3	16,36	5,45	14,60	4,87	ER/dia=	
S	28-30/10	3	15,90	5,30	20,80	6,93	4,356	
T	31/10							
A	5/11	6	31,00	5,16	39,40	6,57		0,678
G	6- 7/11	2	8,50	4,25	15,50	7,75	Eo/dia=	
I	8-14/11	7	23,40	3,34	50,70	7,24	6,423	
O	15-17/11	3	10,02	3,34	24,50	8,17		
		30	130,68		192,70			
	18-19/11	2	6,78	3,39	11,50	5,75		
	20-21/11	2	6,34	3,17	23,10	11,55	ER/dia=	
	22/11						2,848	
	8/12	17	43,57	2,56	80,90	4,76	Eo/dia=	0,476
	9-12/12	4	14,50	3,62	26,10	6,52	5,984	
		25	71,19		141,60			
	TOTAL	80	293,19		493,70			

ER/dia - média diária = 3,665 mm
 Eo/dia - média diária = 6,171 mm

QUADRO 39 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1966.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º	24-25/9	2	4,48	2,24	12,06	6,03	ER/dia= 3,264 Eo/dia= 5,342	0,611
E	26-30/9	5	13,10	2,62	24,04	4,81		
S	1- 2/10	2	6,00	3,00	12,07	6,03		
T	3- 6/10	4	13,46	3,37	24,82	6,20		
A	7- 9/10	3	9,90	3,30	12,34	4,11		
G	10-11/10	2	6,46	3,23	9,63	4,81		
I	12-14/10	3	11,45	3,81	15,10	5,03		
O	15-16/10	2	8,00	4,00	13,42	6,73		
	17-18/10	2	8,76	4,38	10,06	5,03		
		25	81,61		133,54			
2º	19-21/10	3	14,33	4,77	17,87	5,96	ER/dia= 4,326 Eo/dia= 4,672	0,926
E	22-23/10	2	9,68	4,84	10,77	5,38		
S	24-25/10	2	9,82	4,91	7,26	3,63		
T	26/10-							
A	3/11	9	41,58	4,62	30,42	3,38		
G	4- 8/11	5	21,70	4,34	29,71	5,94		
I	9-16/11	8	29,60	3,70	38,90	4,86		
O	17/11	1	3,07	3,07	5,22	5,22		
		30	129,78		140,15			
3º	18/11	1	3,07	3,07	4,98	4,98	ER/dia= 3,350 Eo/dia= 6,824	0,492
E	19-24/11	6	20,82	3,47	42,24	7,04		
S	25-27/11	3	11,65	3,88	20,70	6,90		
T	28/11-							
A	6/12	9	30,78	3,42	62,68	6,96		
G	7-11/12	5	14,84	2,96	32,28	6,46		
I	12/12	1	2,59	2,59	7,18	7,18		
O		25	83,75		170,06			
TOTAL		80	295,14		443,75			

ER/dia média diária = 3,689 mm
Eo/dia média diária = 4,297 mm

QUADRO 40 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1967.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º	13/9	1	2,87	2,87	9,80	9,80	ER/dia= 3,370 Eo/dia= 5,585	0,603
E	14-18/9	5	14,35	2,87	20,24	4,05		
S	19-20/9	2	5,56	2,78	11,26	5,63		
T	21-25/9	5	13,50	2,70	28,16	5,63		
A	26/9	1	3,38	3,38	6,66	6,61		
G	27/9-1/10	5	20,30	4,06	27,68	5,54		
I	2- 3/10	2	7,54	3,77	11,40	5,70		
O	4- 5/10	2	6,96	3,48	12,10	6,05		
	6/10	1	4,42	4,42	5,64	5,64		
	7/10	1	5,37	5,37	6,69			
		25	84,25		139,63			
2º	8-10/10	3	17,11	5,37	17,36	5,79	ER/dia= 4,120 Eo/dia= 4,504	0,915
E	11-12/10	2	10,60	5,30	8,98	4,49		
S	13-17/10	5	21,25	4,25	30,28	6,06		
T	18-23/10	6	25,50	4,25	19,22	3,20		
A	24-29/10	6	25,50	4,25	15,55	2,59		
G	30- 2/11	4	12,76	3,19	22,22	5,56		
I	3- 6/11	4	10,88	2,72	21,50	5,38		
O		30	123,60		135,11			
	7- 8/11	2	5,52	2,26	11,45	5,72	ER/dia= 3,733 Eo/dia= 4,219	0,799
	9-10/11	2	6,08	3,04	11,21	5,60		
	11-13/11	3	10,86	3,62	13,14	4,38		
	14-17/11	4	14,40	3,60	11,50	2,88		
	18-22/11	5	17,45	3,49	24,51	4,90		
	23-27/11	5	16,90	3,38	15,74	3,15		
	28- 1/12	4	13,12	3,28	17,93			
		25	84,33		105,48			
	TOTAL	80	292,18		380,22			

ER/dia média diária = 3,652 mm
Eo/dia média diária = 4,753 mm

QUADRO 41 - TRATAMENTO 2 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura de milho. Ano de 1968.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º	24-25/9	2	4,34	2,17	12,00	6,00	ER/dia=	0,495
E	26-27/9	2	5,54	2,77	12,40	6,20		
S	28- 3/10	6	20,28	3,38	29,50	4,92	Eo/dia=	
T	4- 6/10	3	7,11	2,37	24,80	8,27		
A	7-10/10	4	11,92	2,88	30,50	7,62		
G	11-16/10	5	18,00	3,60	33,40	6,68		
I	16-17/10	2	7,82	3,91	12,10	6,05		
O	18/10	1	3,91	3,91	4,70	4,70		
		25	78,92		159,40			
2º	19-20/10	2	7,82	3,91	9,90	4,95	ER/dia=	
E	21-25/10	5	19,55	3,91	20,20	4,04		3,585
S	26-30/10	5	21,12	4,22	32,50	6,50	Eo/dia=	
T	31- 4/11	5	20,35	4,07	32,50	6,50		6,423
A	5- 6/11	2	7,82	3,91	14,60	7,30		
G	7- 8/11	2	6,48	3,24	12,60	6,30		
I	9-15/11	7	19,11	2,73	54,30	7,76		
O	16-17/11	2	5,30	2,65	16,10	8,05		
		30	107,55		192,70			
3º	18-21/11	4	10,28	2,57	34,60	8,65	ER/dia=	0,502
E	22-23/11	1	3,06	3,06	7,60	7,60		
S	23-25/11	3	10,68	3,56	28,90	9,63	Eo/dia=	
T	26- 4/12	9	27,54	3,06	27,60	3,07		
A	5- 9/12	5	12,80	2,56	20,20	4,04		
G	10-12/12	3	6,68	2,23	22,70	7,60		
I		25	71,04		141,60			
O								
	TOTAL	80	257,51		493,90			

ER/dia média diária = 3,219 mm

Eo/dia média diária = 6,171 mm

QUADRO 42- TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1966.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º	24-25/9	2	5,18	2,59	12,06	6,03	ER/dia= 2,812 Eo/dia= 5,342	0,526
E	26-28/9	3	7,95	2,65	15,64	5,21		
S	29-30/9	2	5,40	2,70	8,40	4,20		
T	1- 6/10	6	16,86	2,81	36,89	6,15		
A	7-10/10	4	11,36	2,84	16,37	4,09		
G	11-17/10	7	20,01	2,86	41,50	5,93		
I	18/10	1	3,53	3,53	2,68	2,68		
O		25	70,29		133,54			
2º	19/10-						ER/dia= 3,768 Eo/dia= 4,672	0,806
E	3/11	16	56,48	3,53	66,32	4,14		
S	4- 7/11	4	16,80	4,20	23,02	5,76		
T	8- 9/11	2	8,40	4,20	13,91	6,96		
A	10-17/11	8	31,36	3,92	36,90	4,61		
G		30	113,04		140,15			
3º	18-23/11	6	21,84	3,64	40,12	6,69	ER/dia= 2,988 Eo/dia= 6,824	0,439
E	24-30/11	7	24,45	3,35	50,19	7,17		
S	1/12	1	3,05	3,05	7,32	7,32		
T	2- 9/12	8	19,92	2,44	52,81	6,60		
A	10-11/12	2	3,63	1,82	12,44	6,22		
G	12/12	1	1,82	1,82	7,18	7,18		
I		25	74,71		170,06			
O								
	TOTAL	80	258,04		443,75			

ER/dia média diária = 3,125 mm

Eo/dia média diária = 5,547 mm

QUADRO 43 - TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1967.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER-Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T A G I O	13/9	1	2,04	2,04	9,80	9,80	ER/dia= 2,694	0,482
	14-18/9	5	10,19	2,04	20,24	4,04		
	19-20/9	2	4,74	2,37	11,26	5,63	Eo/dia= 5,585	
	21-22/9	2	5,38	2,69	14,76	7,38		
	23-25/9	3	8,49	2,83	13,40	4,48	Eo/dia= 5,585	
	26-28/9	3	9,84	3,28	19,86	6,62		
	29/9	1	2,98	2,98	5,34	5,34	Eo/dia= 5,585	
	30/9-							
	7/10	8	23,68	2,96	44,97	5,62		
		25	67,34		139,63			
2º E S T A G I O	8- 9/10	2	5,92	2,96	13,02	6,51	ER/dia= 3,862	0,857
	10-11/10	2	6,00	3,00	9,28	4,64	Eo/dia= 4,504	
	12-13/10	2	4,08	2,04	10,14	5,04		
	14-17/10	4	22,30	5,57	24,18	6,04	Eo/dia= 4,504	
	18-29/10	12	46,32	3,86	34,77	2,90		
	30/10-						Eo/dia= 4,504	
	5/11	7	27,87	3,98	36,94	5,28		
	6/11	1	3,37	3,37	6,78	6,78		
		30	115,86		135,11			
3º E S T A G I O	7- 8/11	2	6,74	3,37	11,45	5,72	ER/dia= 3,216	0,762
	9-12/11	4	11,42	2,86	20,63	5,16	Eo/dia= 4,219	
	13-17/11	5	15,75	3,15	15,22	3,04		
	18-22/11	5	17,22	3,44	24,51	4,90	Eo/dia= 4,219	
	23-27/11	5	16,90	3,38	15,74	3,15		
	28-30/11	3	9,98	3,32	11,53	3,84	Eo/dia= 4,219	
	1/12	1	2,40	2,40	6,40	6,40		
		25	80,41		105,48			
TOTAL		80	263,61		380,22			

ER/dia média diária = 3,295 mm
Eo/dia média diária = 4,753 mm

QUADRO 44 - TRATAMENTO 3 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1968.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores Médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T A G I O	24-27/9	4	5,87	1,47	24,40	6,10	ER/dia= 3,036	0,476
	28- 1/10	4	10,34	2,58	15,40	3,85		
	2- 4/10	3	8,58	2,86	21,50	7,17		
	5- 8/10	4	12,60	3,15	32,70	8,18		
	9-11/10	3	9,78	3,26	21,40	7,13	Eo/dia= 6,376	
	12-13/10	2	6,76	3,38	11,80	5,90		
	14-15/10	2	7,88	3,94	15,40	7,70		
	16-18/10	3	14,10	4,70	16,80	5,60		
		25	75,91		159,40			
2º E S T A G I O	19-25/10	7	32,90	4,70	30,10	4,30	ER/dia= 3,944	0,614
	26-28/10	3	16,42	5,47	17,90	5,97		
	29/10-							
	6/11	9	35,38	3,93	61,70	6,74	Eo/dia= 6,423	
	7- 8/11	2	6,90	3,45	12,60	6,30		
	9-15/11	7	20,79	2,97	54,30	7,76		
	16-17/11	2	5,94	2,97	16,10	8,05		
	30	118,33		192,70				
3º E S T A G I O	18/11	1	2,70	2,70	4,30	4,30	ER/dia= 2,564	0,453
	19-21/11	3	7,83	2,61	30,30	10,10		
	22/11-							
	4/12	13	32,76	2,52	64,10	4,93	Eo/dia= 5,664	
	5-12/12	8	20,80	2,60	42,90	5,63		
	25	64,09		141,60				
TOTAL		80	258,33		493,70			

ER/dia média diária = 3,229 mm

Eo/dia média diária = 6,171 mm

QUADRO 45 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1966.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T A G I O	24-25/9	2	3,98	1,99	12,06	6,03	ER/dia= 2,771 Eo/dia= 5,341	0,519
	26-30/9	5	12,60	2,52	24,04	4,81		
	1/10	1	3,05	3,05	7,45	7,45		
	2-6/10	5	11,16	2,23	29,44	5,89		
	7-10/10	4	11,52	2,88	16,37	4,09		
	11-12/10	2	6,28	3,14	10,86	5,43		
	13-14/10	2	7,90	3,95	9,84	4,92		
	15-17/10	3	8,62	3,51	20,80	6,93		
18/10	1	4,17	4,17	2,68	2,68			
		25	69,28		133,54			
2º E S T A G I O	19-24/10	6	25,02	4,17	29,66	4,94	ER/dia= 3,991 Eo/dia= 4,672	0,854
	25-25/10	1	4,84	4,84	6,24	6,24		
	26/10-							
	3/11	9	40,54	4,56	30,42	3,38		
	4-9/11	6	23,40	3,90	36,93	6,16		
	10-17/11	8	25,92	3,24	36,90	4,61		
		30	119,72		140,15			
3º E S T A G I O	18/11	1	3,24	3,24	4,98	4,98	ER/dia= 2,552 Eo/dia= 6,802	0,375
	19-23/11	5	13,01	2,60	35,14	7,03		
	24-27/11	4	10,71	2,68	27,80	6,95		
	28/11-							
	1/12	4	10,70	2,67	29,71	7,43		
	2-7/12	6	15,50	2,50	39,13	6,52		
	8-12/11	5	10,64	2,32	33,30	6,66		
	25	63,80		170,06				
	TOTAL	80	252,80		443,75			

ER/dia média diária = 3,160 mm
Eo/dia média diária = 5,547 mm

QUADRO 46 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1967.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T Á G I O	13/9	1	2,48	2,48	9,80	9,80	ER/dia= 2,647	0,474
	14-19/9	6	20,48	3,41	26,24	4,37		
	20/9	1	2,86	2,86	5,26	5,26		
	21/9-						Eo/dia= 5,585	
	1/10	11	25,59	2,32	62,50	5,68		
	2- 3/10	2	4,80	2,40	11,40	5,70		
	4- 7/10	4	9,96	2,49	24,43	6,11		
	25	66,17		139,63				
2º E S T Á G I O	8- 9/10	2	4,98	2,49	13,02	6,51	ER/dia= 3,795	0,843
	10-12/10	3	10,68	3,56	13,32	4,44		
	13-13/10	1	4,63	4,63	6,10	6,10		
	14-27/10	14	57,40	4,10	50,25	3,59	Eo/dia= 4,504	
	28-30/10	3	10,76	3,58	15,24	5,08		
	31/10-							
	6/11	7	25,41	3,63	37,18	5,31		
	30	113,86		135,11				
3º E S T Á G I O	7/11	1	3,63	3,63	5,94	5,94	ER/dia= 3,310	0,785
	8-10/11	3	12,30	4,10	16,72	5,57		
	11-13/11	3	13,80	4,60	13,14	4,38		
	14-17/11	4	14,84	3,71	11,50	2,88	Eo/dia= 4,219	
	18-21/11	4	11,32	2,83	18,46	4,62		
	22-28/11	7	19,04	2,72	24,87	3,55		
	29/11-							
1/12	3	7,83	2,61	14,85	4,95			
	25	82,76		105,48				
	TOTAL	80	263,79		380,22			

ER/dia média diária = 3,297 mm
Eo/dia média diária = 4,753 mm

QUADRO 47 - TRATAMENTO 4 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1968.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T Á G I O	24/9-						ER/dia=	0,471
	1/10	8	19,78	2,47	39,80	4,98	3,004	
	2- 4/10	3	8,82	2,94	21,50	7,17	Eo/dia=	
	5-15/10	11	37,60	3,42	81,30	7,39	6,376	
	16-18/10	3	8,90	2,93	16,80	5,60		
		25	75,10		159,40			
2º E S T Á G I O	19-20/10	2	8,90	4,45	9,90	4,95	ER/dia=	0,616
	21-25/10	5	22,25	4,45	20,20	4,04	3,959	
	26-31/10	6	32,55	5,42	38,30	6,38	Eo/dia=	
	1- 6/11	6	25,35	4,22	41,30	6,88	6,423	
	7- 8/11	2	6,70	3,35	12,60	6,30		
	9-15/11	7	17,30	2,47	54,30	7,76		
	16-17/11	2	5,72	2,86	16,10	8,05		
		30	118,77		192,70			
3º E S T Á G I O	18-21/11	4	11,44	2,86	34,60	8,65	ER/dia=	0,453
	22-24/11	3	9,47	3,16	27,30	9,10	2,567	
	25- 8/12	14	35,14	2,51	53,60	3,83	Eo/dia=	
	9-10/12	2	4,06	2,03	10,60	5,30	5,664	
	11-12/12	2	4,06	2,03	15,50	7,75		
			25	64,17		141,60		
	TOTAL	80	258,04		493,70			

ER/dia média diária = 3,225 mm

Eo/dia média diária = 6,171 mm

QUADRO 48- TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A", em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1966.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T Á G I O	24-26/9	3	3,45	1,15	17,60	5,87	ER/dia= 2,582	0,483
	27-28/9	2	4,26	2,13	10,10	5,05		
	29-30/10	2	4,26	2,13	8,40	4,20	Eo/dia= 5,341	
	1- 6/10	6	18,88	3,14	36,89	6,15		
	7-10/10	4	10,36	2,59	16,37	4,09		
	11-12/10	2	4,09	2,04	10,86	5,43		
	13-18/10	6	19,26	3,21	33,32	5,55		
		25	64,56		133,54			
2º E S T Á G I O	19/10	1	3,21	3,21	3,97	3,97	ER/dia= 3,490	0,747
	20-25/10	6	21,00	3,50	31,93	5,32	Eo/dia= 4,672	
	26- 3/11	9	31,50	3,50	30,42	3,38		
	4- 9/11	6	21,00	3,50	36,93	6,16		
	10-17/11	8	28,00	3,50	36,90	4,61		
		30	104,71		140,15			
3º E S T Á G I O	18/11	1	3,50	3,50	4,98	4,98	ER/dia= 2,938	0,432
	19-21/11	3	11,49	3,83	19,72	6,57	Eo/dia= 6,802	
	22-27/11	6	21,69	3,61	43,22	7,20		
	28-30/11	3	8,70	2,90	22,39	7,46		
	1- 9/12	9	19,80	2,20	60,13	6,68		
	10-12/12	3	8,27	2,76	19,62	6,54		
	25	73,45		170,06				
	TOTAL	80	242,72		443,75			

ER/dia média diária = 2,938 mm

Eo/dia média diária = 5,547 mm

QUADRO 49 - TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1967.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER-Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º E S T A G I O	13/9	1	1,82	1,82	9,80	9,80	ER/dia=	0,360
	14-17/9	4	7,30	1,82	15,52	3,88	2,009	
	18-20/9	3	6,21	2,07	15,98	5,33		
	21-22/9	2	4,64	2,32	14,76	7,38	Eo/dia=	
	23- 5/10	13	26,65	2,05	71,24	5,48	5,585	
	6- 7/10	2	3,60	1,80	12,33	6,16		
		25	50,22		139,63			
2º E S T A G I O	8-12/10	5	9,00	1,80	26,34	5,27	ER/dia=	0,650
	13-27/10	15	42,45	2,82	56,35	3,70	2,928	
	28- 6/11	10	36,40	3,64	52,42	5,24	Eo/dia=	
		30	87,85		135,11		4,504	
3º E S T A G I O	7-12/11	6	21,84	3,64	32,08	5,35	ER/dia=	0,611
	13-17/11	5	14,95	2,99	15,22	5,04	2,580	
	18-22/11	5	11,73	2,34	24,51	4,90		
	23-28/11	6	11,52	1,92	18,82	3,14	Eo/dia=	
	29- 1/12	3	4,45	1,48	14,85	4,95	4,219	
		25	64,49		105,48			
TOTAL		80	202,56		380,22			

ER/dia média diária = 2,532 mm

Eo/dia média diária = 4,753 mm

QUADRO 50 - TRATAMENTO 5 - Evapotranspiração real diária e evaporação diária (tanque Classe "A"), em milímetros, por estágios estabelecidos na cultura do milho. Ano de 1968.

	Período	Dias	ER mm		Eo mm		Valores médios (mm)	ER.Eo ⁻¹ (K)
			Total	Diária	Total	Diária		
1º ESTÁGIO	24-25/9	2	2,20	1,10	12,00	6,00	ER/dia=	0,215
	26- 6/10	11	12,15	1,10	66,70	6,06	1,374	
	7-13/10	7	7,70	1,10	48,50	6,92	Eo/dia=	
	14-18/10	5	12,30	2,46	32,20	6,44	6,376	
		25	34,35		159,40			
2º ESTÁGIO	19-20/10	2	4,92	2,46	9,90	4,95	ER/dia=	0,515
	21-25/10	5	12,30	2,46	20,20	4,05	3,306	
	26/10-						Eo/dia=	
	8/11	14	53,60	3,82	92,20	6,58	6,423	
	9-17/11	9	28,35	3,15	70,40	7,82		
	30	99,17		192,70				
3º ESTÁGIO	18-19/11	2	6,00	3,00	11,50	5,75	ER/dia=	0,384
	20-29/11	10	25,00	2,50	79,90	7,99	2,176	
	30/11-						Eo/dia=	
	12/12	13	23,40	1,80	50,20	4,56	5,664	
		25	54,40		141,60			
	TOTAL	80	196,93		493,70			

ER/dia média diária = 2,462 mm

Eo/dia média diária = 6,171 mm

1968, cujos dados se acham nos QUQDROS 42 a 44, revelou os seguintes resultados.

4.2.1.1 - Evapotranspiração real ocorrida no 1º estágio de 1966 (24/9 a 18/10)

Na análise de regressão dos dados de evapotranspiração (ER) acumulada, em milímetros, em função do tempo acumulado (T) em dias, o resultado foi o que se segue:

ANÁLISE DE VARIANCA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	4.012,7546	4.012,7546	21.081,56 ⁺⁺⁺
Resíduo	5	0,9517	0,1903	
Total	6	4.013,7063		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 1,0082 + 2,8290 T$$

cuja representação gráfica encontra-se na Fig. 13.

4.2.1.2 - Evapotranspiração real ocorrida no 1º estágio de 1967 (13/9 a 7/10)

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	3.003,9591	3.003,9591	916,09 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	19,6746	3,2791	
Total	7	3.023,6337		

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 3,8534 + 2,7825 T$$

gráficamente representada na Fig. 13.

4.2.1.3 - Evapotranspiração real ocorrida no 1º Estágio de 1968 (24/9 a 18/10)

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	3.944,2770	3.944,2770	692,53 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	34,1723	5,6953	
Total	7	3.978,4494		

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 9,9591 + 3,2744 T$$

sua representação gráfica encontra-se na Fig. 13.

Entenda-se que estas análises foram aplicadas a todos os tratamentos, nos limitando aqui a fornecer tão somente os coeficientes das respectivas equações de regressão, que se encontram nos QUADROS 54 a 58.

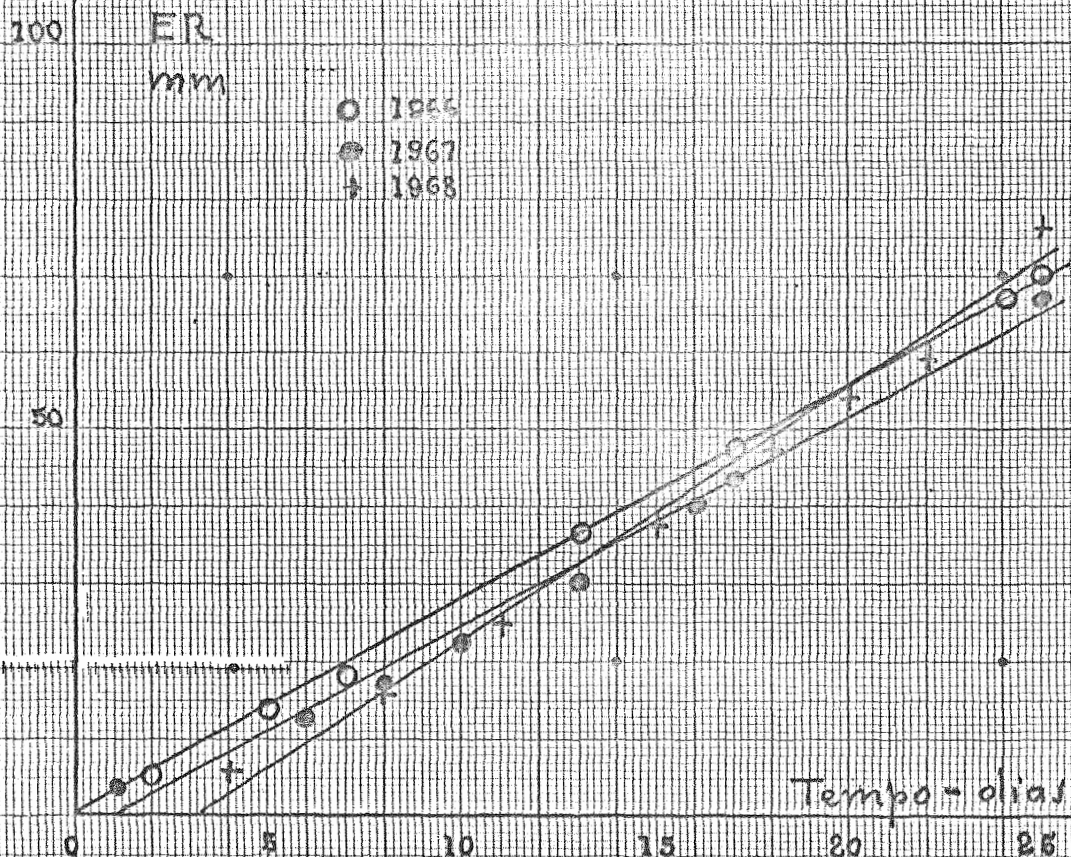


FIGURA 13 - Evapotranspiração real em função do tempo. 1º estágio.
Tratamento 3

Um dos propósitos desse estudo foi estabelecer uma equação única, de modo a definir a evapotranspiração real no 1º estágio. Desenvolvemos assim, um estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações.

4.2.1.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 1º estágio

Os valores dos coeficientes "A" e "B" das equações de regressão linear ($A + Bx$) referentes ao 1º estágio, calculados anteriormente, são os que se seguem:

Ano	Coeficientes		Variâncias dos coeficientes	
	A	B	A	B
1966	- 1,0082	2,8290	1,626873	0,000380
1967	- 3,8334	2,7825	0,094163	0,008451
1968	- 9,9591	3,2744	4,371621	0,0154482

Coeficiente "A"

As diferenças de "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968 foram as seguintes:

$$Y_1 = a_{11} - a_{12} = 2,8452 \quad t = 2,1687$$

$$Y_2 = a_{11} - a_{13} = 8,9509 \quad t = 4,2356^+$$

$$Y_3 = a_{12} - a_{13} = 6,1057 \quad t = 3,6546^+$$

Coefficiente "B"

As diferenças de "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968 foram as seguintes:

$$Y_1 = b_{11} - b_{12} = 0,0464 \quad t = 1,5659$$

$$Y_2 = b_{11} - b_{13} = 0,4455 \quad t = 3,5364 \quad +$$

$$Y_3 = b_{12} - b_{13} = 0,4919 \quad t = 3,1796 \quad ++$$

Analisando os coeficientes "A" e "B" de acordo com os resultados das análises observamos o seguinte:

a) Coeficiente "A"

O valor do teste "t" para o contraste Y_1 não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, porém, o foi ao nível de 5% para os contrastes Y_2 e Y_3 .

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" para o contraste Y_1 não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, mas sim a 5% para o contraste Y_3 e ainda significativo a 1% para o contraste Y_2 .

De acordo com os resultados das análises pudemos (em 4.2.1.5) estabelecer uma equação única a partir dos dados de 1966 e 1967 para indicar a evapotranspiração real no 1º estágio da cultura de milho, pois, ambos os coeficientes, entre estes 2 anos, não diferiram entre si.

Os valores da evapotranspiração real observados no 1º estágio, durante os 3 anos, foram de 70,29 mm, 67,34 mm e 75,91 mm para os anos de 1966, 1967 e

1968 respectivamente, demonstrando que as variações foram pequenas, embora entre 1967 e 1968, um pouco maior, mas parece-nos que a causa da significância dos contrastes Y_2 e Y_3 , seria devida às variações diárias se apresentarem maiores em 1968, pois que, variou de 1,47 mm, variação esta não ocorrida nos outros anos.

4.2.1.5 - Determinação da evapotranspi-
ração real média do 1º estágio
do Tratamento 3

Conforme os resultados das análises comparativas dos coeficientes angulares e lineares determinamos os valores médios da evapotranspiração real, com base nos dados observados em 1966 e 1967. A partir dos valores médios desenvolvemos a análise de variância, determinando uma equação de regressão linear única para definir a evapotranspiração real média ocorrida no 1º estágio.

O critério para obtenção das médias (QUADRO 51) foi determinar, onde coubesse, a média entre os valores observados em períodos (número de dias) iguais.

Na análise de regressão linear destes valores médios da evapotranspiração real acumulada, em milímetros, o resultado foi o seguinte:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	5.508,2650	5.508,2650	1250,83 +++
Resíduo	10	44,0365	4,4036	
Total	11	5.552,3016		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

A respectiva equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 2,6267 + 2,8098 T$$

Esta é a equação que definiu a ER média do 1º estágio do Tratamento 3, cuja representação gráfica se encontra na Fig. 14.

Foi com o auxílio desta equação que calculamos os valores "estimados" da ER média, que constam do QUADRO 51.

Uma vez determinados os valores estimados ($\hat{Y} = A + \hat{B}X$), da ER média, calculamos o intervalo de confiança dos mesmos.

4.2.1.6 - Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspiração real média

Os extremos $\hat{Y} - ts(\hat{Y})$ e $\hat{Y} + ts(\hat{Y})$ constituem o intervalo de confiança que pode ser definido pela fórmula

$$\hat{Y} \pm ts \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}, \text{ tal como citada em Material e Métodos, ítem 3.2.7.4 .}$$

Os dados constantes da fórmula se encontram no QUADRO 51, a competente análise de variância (final do ítem 4.2.1.5) o valor de "t" foi extraído da tabela correspondente.

Assim, a verdadeira evapotranspiração real média nos 25 dias que integram o 1º estágio, deve estar coberta com 95% de probabilidade, pelo intervalo:

$$[64,85 \text{ e } 70,39] \text{ ou seja } 64,85 \leq ER \leq 70,39$$

Deduzimos daí, que a ER da cultura de milho no 1º estágio poderá atingir de 64,85 a 70,39 mm com uma média de 67,62 mm, implicando numa evapotranspiração real diária mínima de 2,59 mm e máxima de 2,82 mm que conferem a média de 2,70 mm, para o caso específico do Tratamento 3, ou nas condições de clima e solo idênticas ao do experimento, mantido àquele nível de tratamento de água.

QUADRO 51 - Valores médios acumulados, em milímetros, da ER média observada, estimada; valores do intervalo de confiança, em milímetros referentes ao 1º estágio do Tratamento 3.

Período (dias) X	ER observada Y obs	ER estimada Y est	Intervalo de confiança	
1	2,04	0,18	- 2,05	2,41
2	5,18	2,81	0,89	5,09
5	13,13	11,24	9,69	13,15
6	12,23	14,23	12,61	15,85
7	18,53	17,04	15,51	18,57
8	16,97	19,85	18,39	21,31
10	22,35	25,47	24,10	26,84
13	33,11	33,90	32,51	35,29
16	40,68	42,33	40,74	43,92
17	45,20	45,14	43,45	46,83
24	66,77	64,81	62,19	67,43
25	68,82	67,62	64,85	70,39

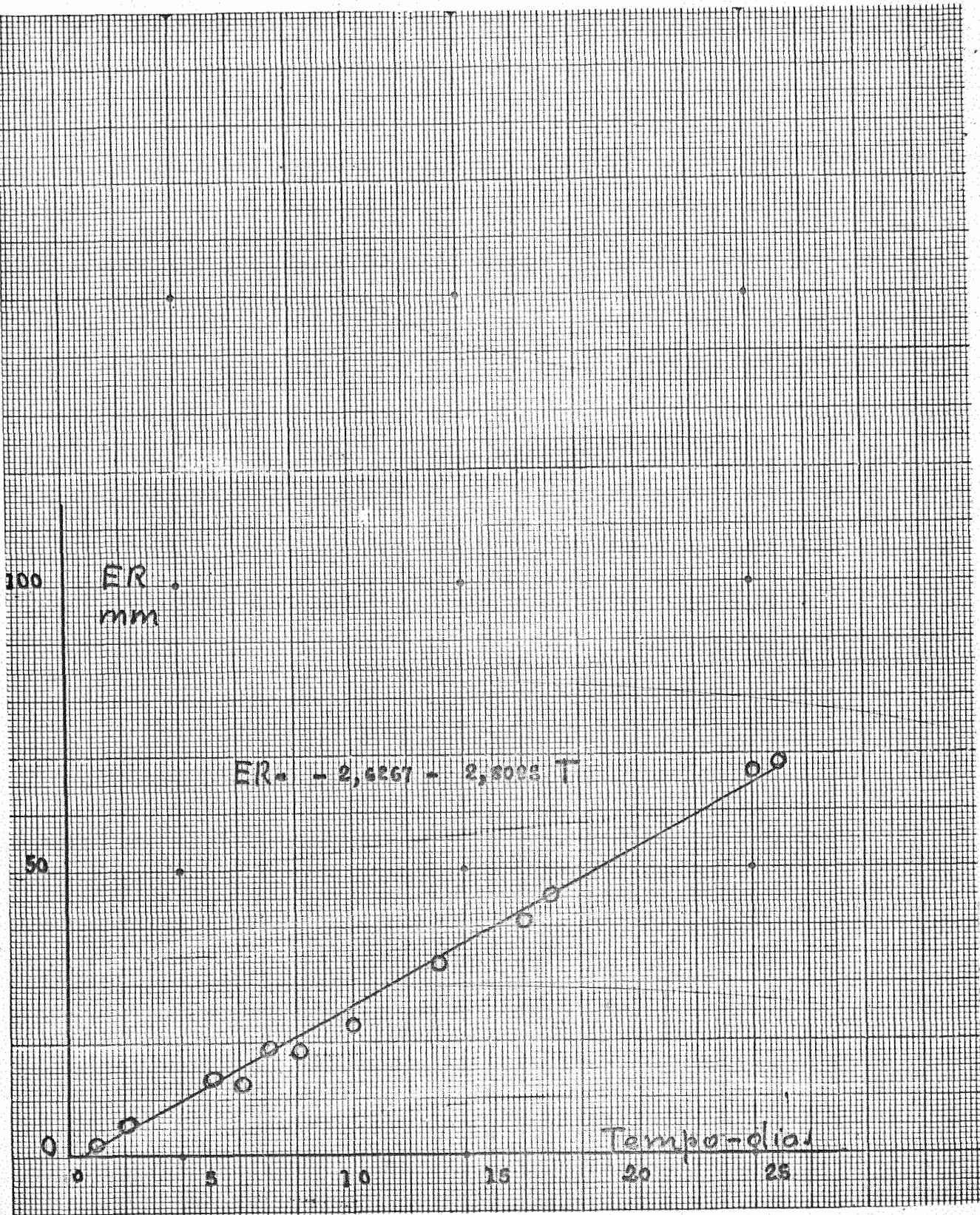


FIGURA 14 - Evapotranspiração real média acumulada em função do tempo. 1º estágio. Tratamento 3.

4.2.2 - Análise da variância da ER do Tratamento 3 relativa ao 2º estágio

No 2º estágio, observaram-se os seguintes resultados da análise dos dados dos QUADROS 42 a 44.

4.2.2.1 - Evapotranspiração real ocorrida no 2º estágio de 1966
(19/10 a 17/11)

Na análise de regressão os dados de evapotranspiração (ER) acumulada, em milímetros, em função do tempo (T) acumulado em dias, o resultado foi o que se segue:

ANÁLISE DE VARIANCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	6.978,1195	6.978,1195	1.942,80 ⁺⁺⁺
Resíduo	3	10,7753	3,5917	
Total	4	6.988,8948		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 24,9785 + 3,7691 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 15.

4.2.2.2 - Evapotranspiração real ocorrida no 2º Estágio de 1967
(8/10 a 6/11)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	16.562,5179	16.562,5179	2.694,91 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	36,8750	6,1458	
Total	7	16.599,3930		

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 34,5986 + 3,9624 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 15.

4.2.2.3 - Evapotranspiração real ocorrida no 2º estágio de 1968 (19/10 a 17/11)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	11.396,0189	11.396,0189	4.769,78 ⁺⁺⁺
Resíduo	5	119,4483	23,8896	
Total	6	11.515,4672		

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 16,1578 + 3,9092 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 15.

Estas análises foram aplicadas ao 2º estágio de todos os tratamentos, nos limitando a fornecer tão somente os coeficientes das respectivas equa-

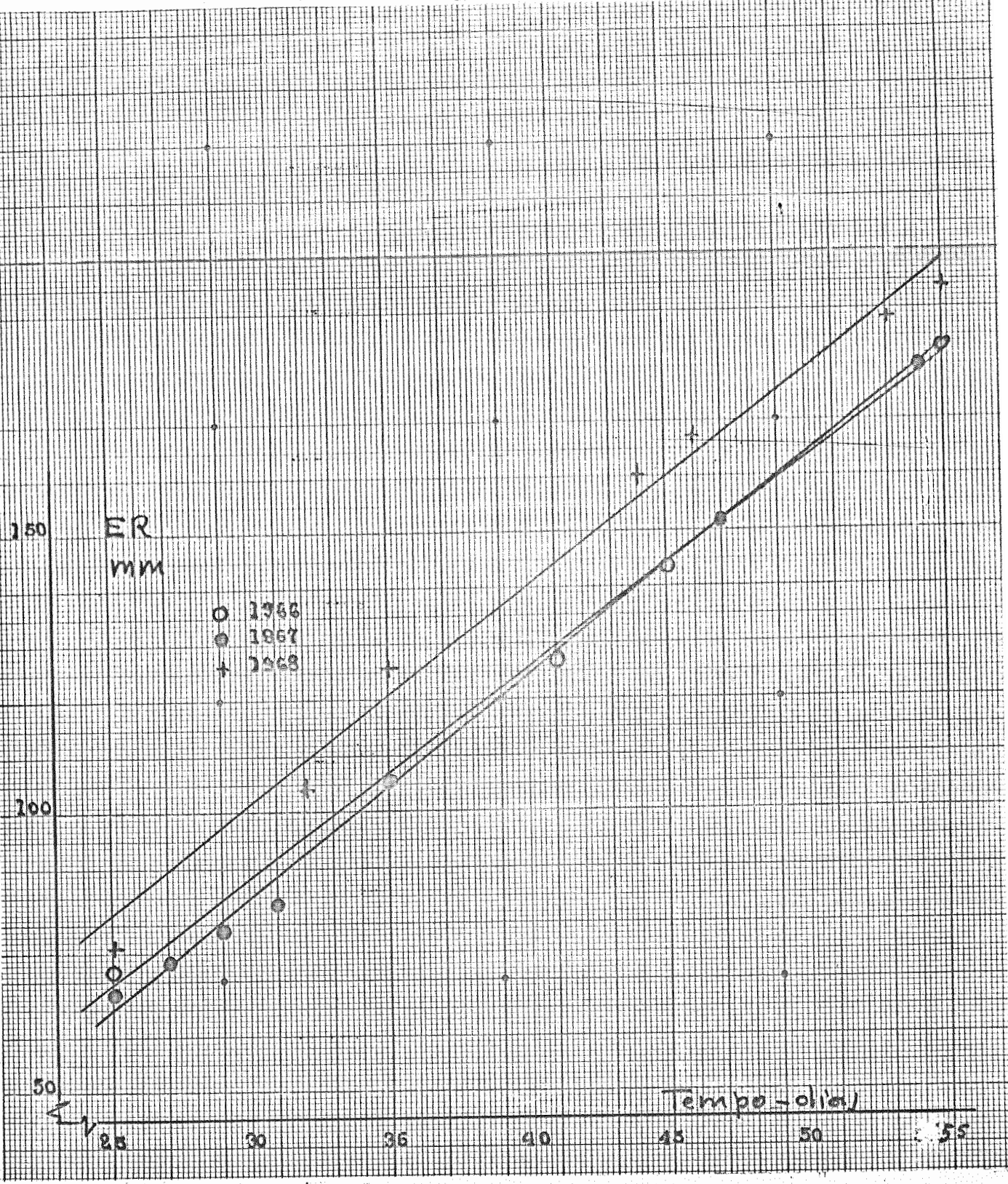


FIGURA 15 - Evapotranspiração real em função do tempo. 2º estágio Tratamento 3.

ções de regressão linear, que se encontram nos QUADROS 54 a 58.

Procurando estabelecer também neste estágio uma equação única de modo a definir a evapo transpiração real da cultura, novamente desenvolvemos um estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações, conforme se segue:

4.2.2.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão linear relativa ao 2º estágio

Os valores dos coeficientes "A" e "B" das equações de regressão linear (A + BX), referentes ao 2º estágio, calculados anteriormente são os seguintes:

Ano	Coeficientes		Variâncias dos Coeficientes	
	A	B	A	B
1966	-24,9785	3,7691	13,9880	0,007312
1967	-34,5986	3,9624	9,1258	0,005826
1968	-16,1578	3,9092	58,3954	0,032036

Coeficiente "A"

As diferenças dos coeficientes "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968 foram os seguintes:

$$Y_1 = a_{21} - a_{22} = 9,6281 \quad t = 2,0072$$

$$Y_2 = a_{21} - a_{23} = 8,8127 \quad t = 1,0368$$

$$Y_3 = a_{22} - a_{23} = 18,4408 \quad t = 2,2442$$

Coefficientes "B"

As diferenças dos coeficientes "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968, foram os seguintes:

$$Y_1 = b_{21} - b_{22} = 0,1933 \quad t = 1,6864$$

$$Y_2 = b_{21} - b_{23} = 0,1401 \quad t = 1,7063$$

$$Y_3 = b_{22} - b_{23} = 0,0532 \quad t = 0,7200$$

Analisando os coeficientes "A" e "B" observamos o seguinte:

a) Coeficiente "A"

O valor de "t" não foi significativo para todos os contrastes.

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" também não foi significativo para todos os contrastes.

Portanto, podemos estabelecer uma equação única para indicar a ER a partir dos dados de 1966, 1967 e 1968, relativa ao 2º estágio, em virtude dos coeficientes angulares e lineares não diferirem entre si.

Os valores da evapotranspiração observados no 2º estágio durante os três anos foram de 113,04 mm, 115,86 mm e 118,29 mm para os anos de 1966, 1967 e 1968 respectivamente. Podendo-se notar que os valores de evapotranspiração foram praticamente iguais, razão pela qual se pode justificar a não significância dos coeficientes angulares e lineares.

Embora as variações diárias apresentaram, em 1966, de 3,53 mm a 4,20 mm, em 1967 de 2,96 a 5,57 mm e em 1968 de 2,97 mm a 5,47 mm, não chegaram a afetar os resultados das análises.

4.2.2.5 - Determinação da evapotranspiração real média do 2º estágio do Tratamento 3

De acordo com os resultados das análises comparativas dos coeficientes angulares e lineares determinamos os valores médios da evapotranspiração real com base nos dados observados em 1966, 1967 e 1968.

A partir dos valores médios entramos com a análise de variância para testar a regressão e, posteriormente, determinar a equação linear única para definir a ER média ocorrida no 2º estágio

O critério para a obtenção das médias da ER (QUADRO 52) foi idêntica ao adotado do 1º estágio.

Na análise de regressão linear, estes valores médios da ER acumulada, em milímetros, o resultado foi o seguinte:

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	23.279,2628	23.279,2628	298,96 ++
Resíduo	12	934,4041	77,8670	
Total	13	24.213,6670		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 1% de probabilidade.

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$ER = - 33,0291 + 4,0765 T$$

Esta é a equação que definiu a ER média do 2º estágio do Tratamento 3, e a sua representação gráfica se encontra na Fig. 16.

Com o auxílio desta equação calculamos os valores estimados ($\hat{Y} = A + BX$) da ER média, que constam do QUADRO 52 e determinamos o intervalo de confiança desses valores.

4.2.2.6 - Estudo do Intervalo de Confiança dos valores estimados da ER média

A fórmula utilizada no presente cálculo é a mesma que empregamos no caso do 1º estágio

Os valores do intervalo se encontram no QUADRO 52.

Assim, na verdade a ER, nos 30 dias, do 2º estágio ou ainda, nos 55 dias do referido QUADRO deve estar coberta com 95% de probabilidade, pelo intervalo.

$$\left[182,10 \text{ e } 200,26 \right] \text{ ou seja } 182,10 \leq ER \leq 200,26$$

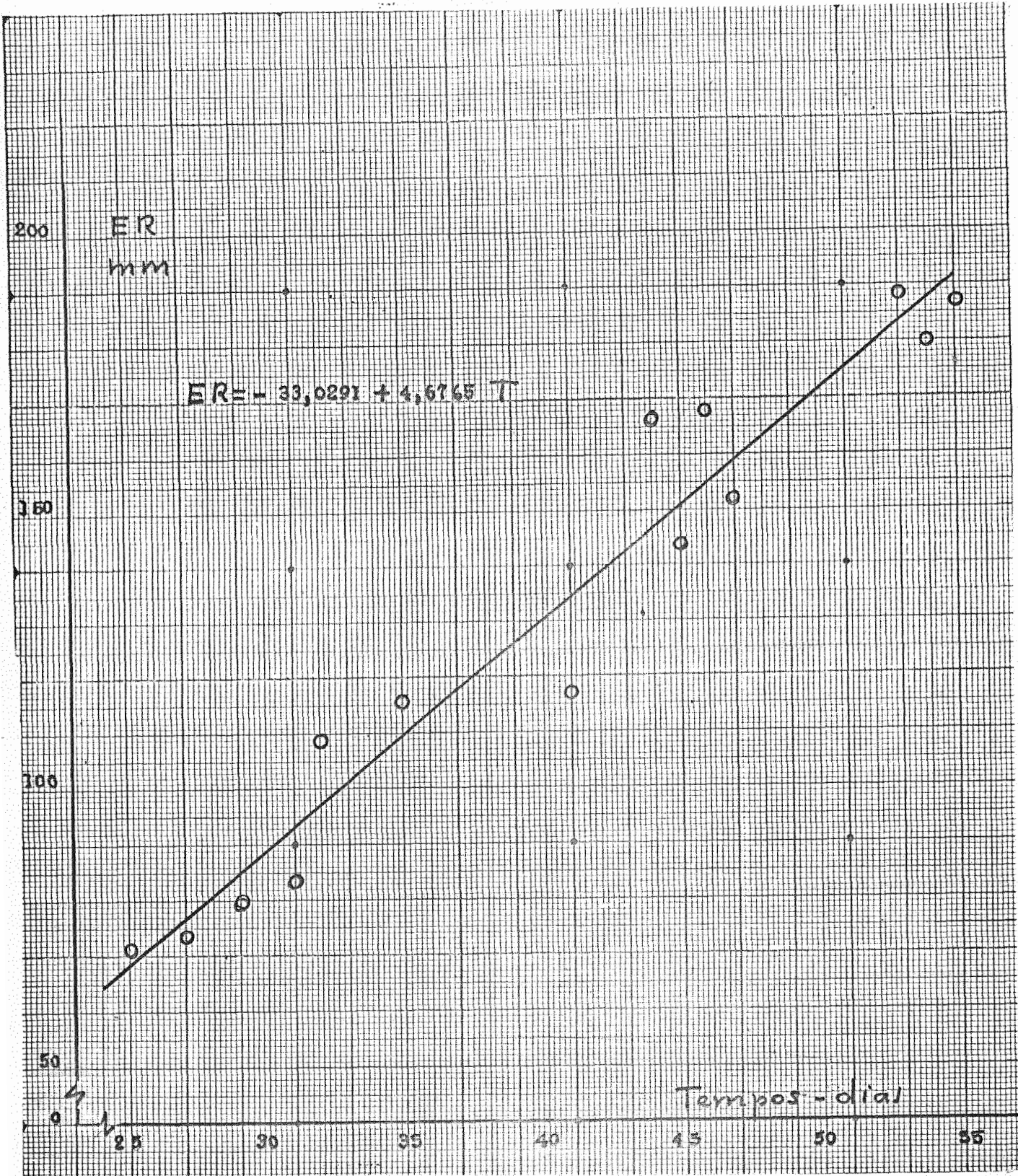


FIGURA 16 - Evapotranspiração real média acumulada em função do tempo. 2º estágio. Tratamento 3.

QUADRO 52 - Valores médios acumulados, em milímetros, da ER média observada, estimada; valores do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao 2º estágio do Tratamento 3.

Período (Dias) X	ER observada Y obs	ER estimada Y est	Intervalo de confiança (95%)	
25	71,18	68,88	59,56	78,82
27	73,26	77,04	68,55	85,53
29	79,26	85,19	77,48	92,90
31	83,34	93,34	86,36	100,32
32	108,81	97,42	90,77	104,07
35	115,43	109,65	103,85	115,45
41	143,57	150,45	144,78	156,12
46	167,51	154,49	148,59	160,39
47	151,96	158,47	152,30	164,64
53	188,30	183,02	174,76	191,28
54	179,83	187,10	178,43	195,77
55	186,91	191,18	182,10	200,26

Observando os valores da evapotranspiração real no QUADRO 52 e de acordo com os estudos anteriormente realizados temos indicação de que ela alcança os limites compreendidos entre 182,10 a 200,26 mm, ou a média de 191,18 mm. Portanto, no período de 30 dias correspondentes ao 2º estágio poderá ocorrer uma evapotranspiração real diária estimada de 3,44 a 4,69 mm com a média de 4,07 mm, correspondendo a fase de maior consumo de água exigido pela cultura de milho.

Êstes dados evidentemente correspondem especificamente ao Tratamento 3 ou ainda se aplicariam às condições de clima e características de solo idênticas ao da área experimental, mantido aquele nível de tra-

tamento de água.

O desenvolvimento da cultura relativo ao 2º estágio constitui a fase mais importante para se verificar o consumo de água, pois, os seus resultados é que servirão de suporte para o estabelecimento do consumo efetivo da cultura a ser adotado nos projetos de irrigação.

4.2.3 - Análise de variância da evapotranspiração real do Tratamento 3, relativa ao 3º estágio

Da análise dos dados dos QUADROS 42 a 44 obtivemos os seguintes resultados:

4.2.3.1 - Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1966 (18/11 a 12/12)

A análise de regressão dos dados de evapotranspiração (ER) acumulada, em milímetros, em função do tempo (T) acumulado em dias, é a seguinte:

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	4.716,7433	4.716,7433	387,58 ***
Resíduo	5	60,8477	12,1695	
Total	6	4.777,5910		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

Para a equação da reta de regressão resultou

$$ER = 24,7955 + 2,9531 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 17.

4.2.3.2 - Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1967 (7/11 a 1/12)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	7.170,2278	7.170,2278	11.578,4610 ⁺⁺
Resíduo	6	3,7809	0,6216	
Total	7	7.174,0087		

Equação da reta de regressão:

$$ER = 4,1739 + 3,2451 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 17.

4.2.3.3 - Evapotranspiração real ocorrida no 3º estágio de 1968 (18/11 a 12/12)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	3.190,2401	3.190,2401	74.334,67 ⁺⁺⁺
Resíduo	3	0,1287	0,0429	
Total	4	3.190,3688		

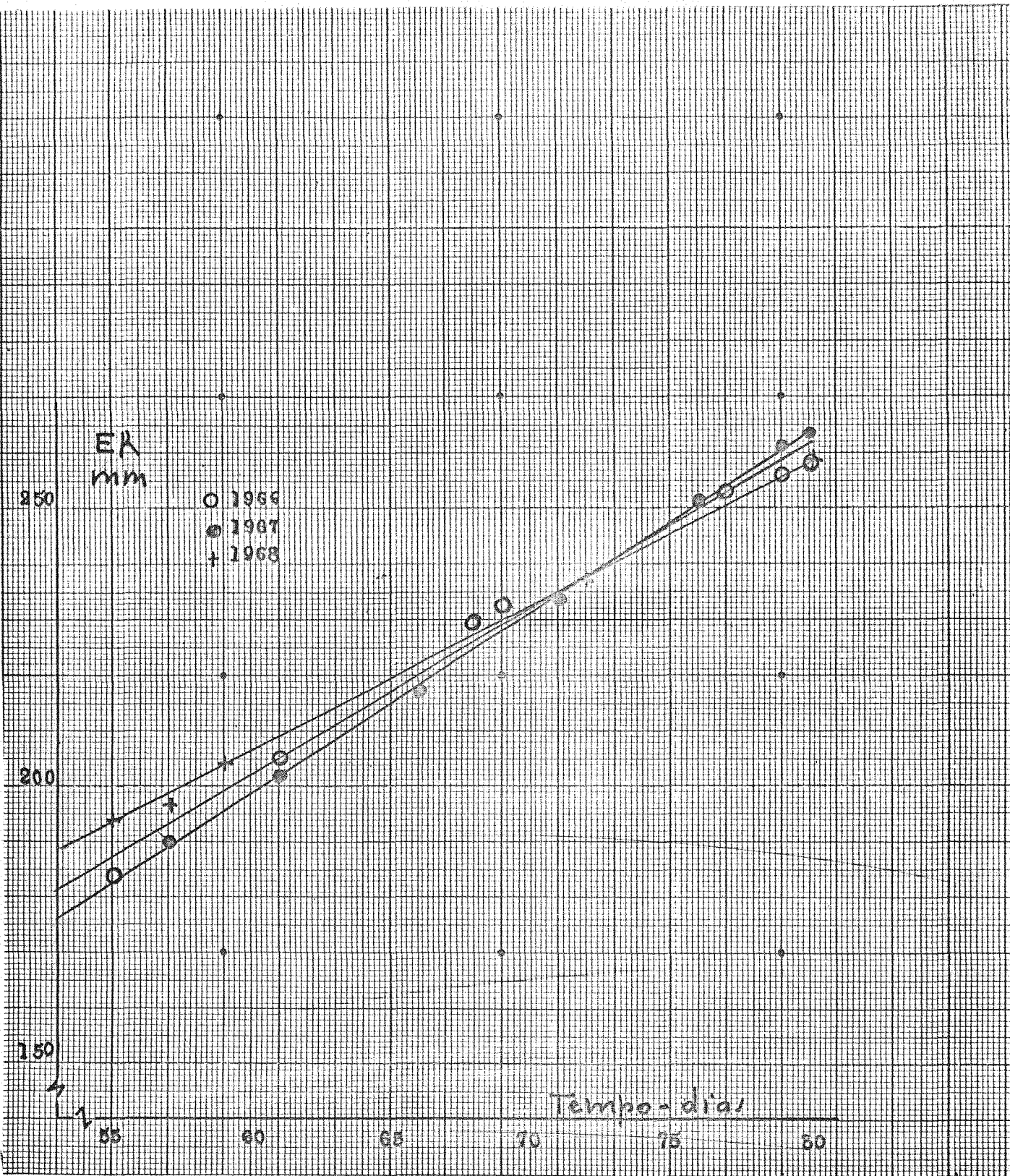


FIGURA 17 - Evapotranspiração real em função do tempo. 3º estágio. Tratamento 3.

Equação da reta de regressão:

$$ER = 53,9042 + 2,5537 T$$

cuja representação gráfica encontra-se na Fig. 17.

Estas análises foram aplicadas ao 3º estágio de todos os tratamentos, nos limitando a fornecer tão somente os coeficientes das respectivas equações de regressão linear que se encontram nos QUADROS 54 a 58.

Como nos casos anteriores, desenvolvemos um estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações.

4.2.3.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão linear relativa ao 3º estágio

Os valores dos coeficientes "A" e "B" das equações de regressão linear ($A + BX$) referentes ao 3º estágio, calculados anteriormente, são os que se seguem:

Ano	Coeficientes		Variâncias dos coeficientes	
	A	B	A	B
1966	24,7955	2,9531	111,540000	0,023472
1967	4,1739	3,2451	4,373884	0,000925
1968	53,9042	2,5537	0,364469	0,000086

Coeficiente "A"

As diferenças dos coeficientes "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968:

$$\begin{aligned} Y_1 &= a_{31} - a_{32} = 20,8046 & t &= 1,9154 \\ Y_2 &= a_{31} - a_{33} = -29,9259 & t &= 2,7517^{++} \\ Y_3 &= a_{32} - a_{33} = -49,7303 & t &= 22,8463^+ \end{aligned}$$

Coeficiente "B"

As diferenças dos coeficientes "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968:

$$\begin{aligned} Y_1 &= b_{31} - b_{32} = -0,3297 & t &= 1,9694 \\ Y_2 &= b_{31} - b_{33} = -0,3617 & t &= 2,6022^{++} \\ Y_3 &= b_{32} - b_{33} = 0,6814 & t &= 21,7449^+ \end{aligned}$$

Observando as análises dos coeficientes "A" e "B" notamos o seguinte:

a) Coeficiente "A"

O valor do teste "t" para o contraste Y_1 não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, havendo significância ao nível de 5% para o contraste Y_2 e a 1% para Y_3 .

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" não foi significativo para o contraste Y_1 , o foi ao nível de 5% para Y_2 , e ao nível de 1% para Y_3 .

Podemos agrupar os valores da evapotranspiração relativos aos anos de 1966 e 1967, a fim de estabelecer uma equação única para indicá-la ao 3º estágio da cultura, em virtude dos coeficientes angulares e lineares não diferirem entre si.

Pelos QUADROS 42 a 44 observamos que a evapotranspiração real para o 3º estágio nos anos de 1966 a 1968 foi de 74,71 mm - 84,41 mm - 64,09 mm, respectivamente, havendo, realmente, uma diferença significativa entre os dados observados de 1968 em relação aos outros dois anos, sugerindo que esta justificaria os contrastes Y_2 e Y_3 serem significativos. Como explicação desta diferença podemos levantar as seguintes hipóteses:

a) influência das condições climáticas;

b) final do ciclo vegetativo da cultura em 1968 ter se antecipado em relação aos demais anos, causando um decréscimo na evapotranspiração real.

Quanto aos demais Tratamentos, procedemos a todas as análises indicadas para o Tratamento 3, e os resultados se encontram nos QUADROS 54 a 58.

4.2.3.5 - Determinação da evapotranspiração real média no 3º estágio do Tratamento 3

De acordo com os resultados das análises comparativa dos coeficientes angulares e lineares, determinamos os valores médios da evapotranspiração real, tomando por base os dados observados experimentalmente, em 1966 e 1967.

Determinamos os valores médios (QUADRO 53) desenvolvemos a análise de variância, determinamos a equação de regressão linear única, que define a evapotranspiração real média ocorrida no 3º estágio.

O critério adotado para a obtenção dos valores médios foi idêntico àquele usado para o 1º estágio, e os resultados podem ser observados no QUADRO 53.

Na análise de regressão linear dos valores médios da ER acumulada, em milímetros, obtidos pelas médias das ER observadas em 1966 e 1967 em função do Tempo acumulado em dias, o resultado foi o seguinte:

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	7.357,2579	7.357,2579	1.326,83 ^{++±}
Resíduo	9	49,9046	5,5449	
Total	10	7.407,1626		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

A equação resultante foi

$$ER = 12,6804 + 3,1279 T$$

para definir a evapotranspiração real média no 3º estágio do Tratamento 3, representada, gráficamente na Fig. 18.

Com essa equação calculamos os valores estimados (\hat{Y} est) da ER média, que se encontram no QUADRO 53 e determinamos o intervalo de confiança desses valores.

4.2.3.6 - Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evapotranspiração real média

Em função dos elementos do QUADRO 53, verificamos que, na verdade, nos 25 dias do 3º estágio, ou ainda, nos 80 dias do referido QUADRO, deve estar coberta com 95% de probabilidade pelo intervalo:

$$\left[260,26 \text{ e } 265,56 \right] \text{ ou seja: } 260,26 \leq ER \leq 265,56$$

Podemos deduzir que a ER da cultura no 3º estágio, de acordo com os estudos procedidos, podem estar entre os limites de 260,26 a 265,56 mm, com o valôr médio de 262,91 mm. Isto nos sugere que a ER média diária pode alcançar uma variação de 2,90 mm a 3,36 mm, ou variação de 3,13 mm durante os 25 dias correspondentes ao 3º estágio.

QUADRO 53 - Valôres médios acumulados, em milímetros, da ER observada e estimada; valôres do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao 3º estágio do Tratamento 3.

Período (dias) X	ER observada	ER estimada	Intervalo de confiança	
	Y obs	Y est	(95%)	
55	183,26	184,71	181,59	187,84
57	189,94	190,97	188,16	193,78
61	203,48	203,48	201,26	205,70
66	217,11	219,12	217,42	220,82
68	229,62	225,38	223,76	227,00
69	232,67	228,50	226,90	230,10
71	234,33	234,76	233,11	236,41
76	251,23	250,40	248,31	252,49
77	252,59	253,53	251,31	255,75
79	258,71	259,78	257,28	262,28
80	260,82	262,91	260,26	265,56

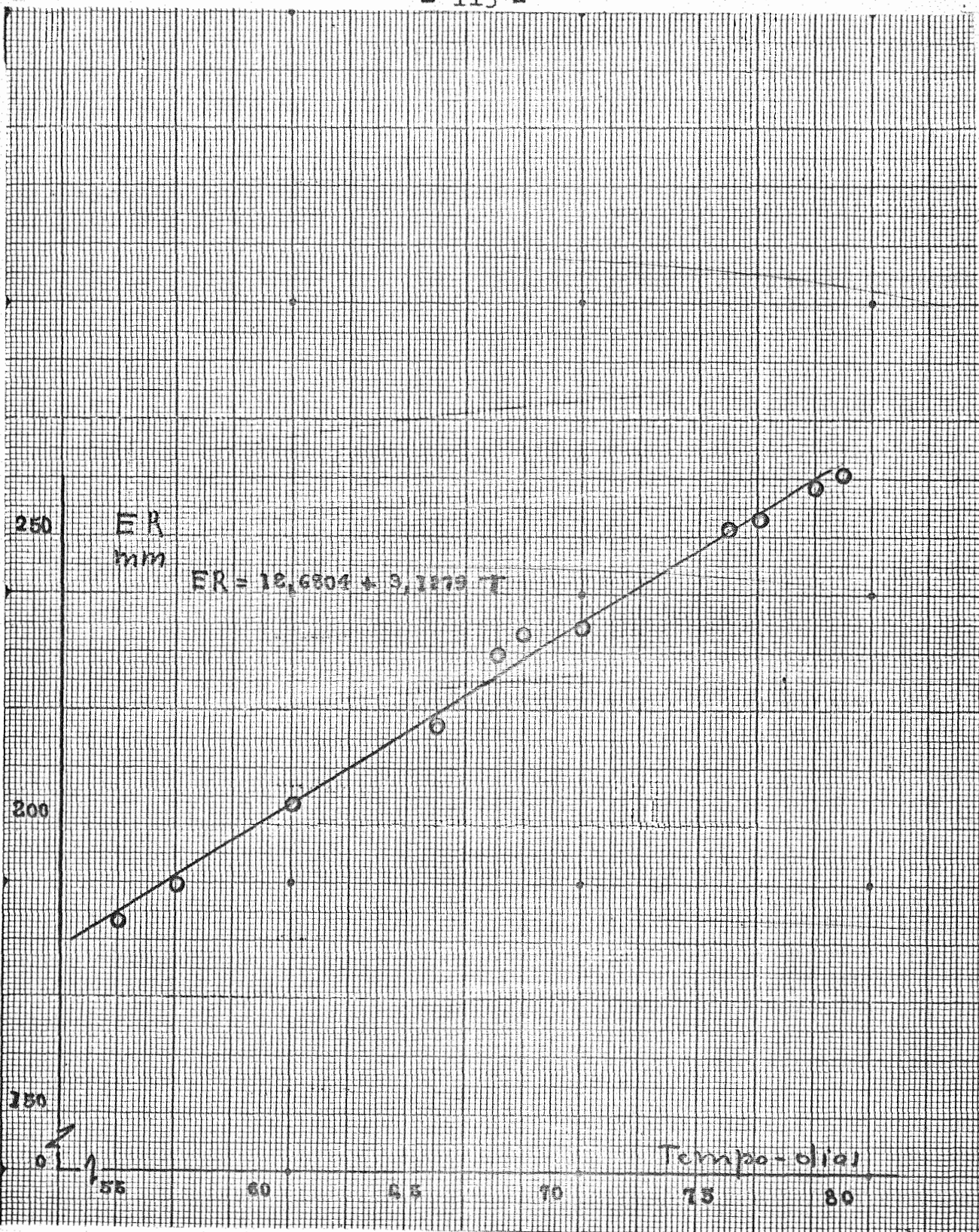


FIGURA 18 - Evapotranspiração real média acumulada em função do tempo. 3º estágio. Tratamento 3

QUADRO 54 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração acumulada em milímetros em função do tempo (T) em dias do Tratamento 1.

Estágios	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	- 5,8590	3,6514
	1967	- 2,2847	3,4152
	1968	- 5,9731	3,9062
2º	1966	- 23,5513	4,3962
	1967	- 30,0830	4,3012
	1968	- 18,1788	4,4673
3º	1966	24,4177	3,5749
	1967	26,0500	3,3182
	1968	71,8050	2,7485

$$ER = A + BT$$

QUADRO 55 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração (ER) acumulada, em mm, em função do tempo (T) em dias do Tratamento 2.

Estágios	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	- 5,4127	3,3660
	1967	- 4,0433	3,4045
	1968	- 3,0302	3,2154
2º	1966	- 24,4727	4,3429
	1967	- 14,1308	4,1172
	1968	- 10,0950	3,6654
3º	1966	25,5826	3,3851
	1967	17,1137	3,4300
	1968	25,3761	2,9233

$$ER = A + BT$$

QUADRO 56 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração (ER) acumulada, em mm, em função do tempo (T) em dias do Tratamento 3.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	- 1,0082	2,8290
	1967	- 3,8534	2,7825
	1968	- 9,9591	3,2744
2º	1966	- 24,9705	3,7691
	1967	- 34,5986	3,9624
	1968	- 16,1578	3,9092
3º	1966	24,7955	2,9154
	1967	4,1739	3,2451
	1968	53,9042	2,5537

$$ER = A + BT$$

QUADRO 57 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração (ER) acumulada, em mm, em função do tempo (T) em dias do Tratamento 4.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	- 2,8285	2,7810
	1967	2,9564	2,5597
	1968	- 7,0630	3,3020
	1966	- 30,7481	4,0648
	1967	- 33,6222	3,9061
	1968	- 22,3898	4,0634
3º	1966	48,0627	2,5762
	1967	0,1978	3,3259
	1968	54,2331	2,5622

$$ER = A + BX$$

QUADRO 58 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evapotranspiração (ER) acumulada, em mm, em função do tempo (T) em dias do Tratamento 5.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	- 6,1381	2,7867
	1967	- 0,6670	2,0428
	1968	- 4,2680	1,8337
2º	1966	- 22,9894	3,4949
	1967	- 26,6145	2,9396
	1968	- 42,7391	3,3923
3º	1966	11,4676	2,9213
	1967	5,3963	2,4947
	1968	22,6695	2,1719

$$ER = A + BX$$

4.3 - Evaporação do tanque Classe "A"

Os dados de evaporação do tanque Classe "A" ocorrida nos três anos de experimentação se encontram nos QUADROS 5 a 16.

Para verificarmos o comportamento da evaporação, no período de experimentação, desenvolvemos uma análise de regressão semelhante àquela dedicada à evapotranspiração real.

Embora a evaporação seja influenciada pelas condições climáticas locais e não pela cultura, os estudos de análise de regressão foram feitos obedecendo o mesmo critério adotado no estudo da evapotranspiração real, isto é, consubstanciada na divisão do período em estudo, em três estágios anuais.

A explicação da marcha da análise aqui desenvolvida se refere, a título de exemplo, o Tratamento 3; quanto aos outros Tratamentos, serão apresentados tão somente os resultados. Note-se que a evaporação total é comum a todos os Tratamentos.

4.3.1 - Análise da variância da evaporação ocorrida no 1º estágio do Tratamento 3.

Na análise da evaporação (E_o) providenciamos os valores totais acumulados, para eliminar as grandes variações que ocorrem quando se consideram os dados individuais. Os dados básicos são aqueles constantes dos QUADROS 42 a 44.

4.3.1.1 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1966 (24/9 a 18/10).

Na análise de regressão os dados de evaporação (E_o) acumulada, em milímetros, em função

do tempo (T) em dias, o resultado foi o que se segue:

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	14.736,4845	14.736,4845	3.364,66 ⁺⁺⁺
Resíduo	5	21,3639	4,2727	
Total	6	14.397,8484		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

Para a equação da reta de regressão obtivemos

$$E_o = 0,6626 + 5,3545 T$$

representada graficamente na Fig. 19.

4.3.1.2 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1967 (13/9 a 7/10)

ANÁLISE DE VARIANÇIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	11.912,2191	11.912,2191	1.548,43 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	46,1585		
Total	7	11.958,3776		

(Obs.: efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

Equação resultante:

$$E_o = - 0,2071 + 5,5409 T$$

identificada pela Fig. 19.

4.3.1.3 - Evaporação ocorrida no 1º estágio de 1968(24/9 a 18/10)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	16.930,5643	16.930,5643	1.000,38 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	101,5445	16,9240	
Total	7	17.032,1089		

(Obs.: efeito significativo para regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

Equação da reta de regressão

$$E_o = - 8,7914 + 6,7840 T$$

representada gráficamente na Fig. 19.

Estas análises foram aplicadas aos períodos do 1º estágio de todos os Tratamentos, em bora os dados de evaporação são os mesmos, há uma ligeira diferença devido as variações dos períodos de determinação da evapotranspiração. Trata-se de diferenças em valores individuais, porém a evaporação total é comum a todos os Tratamentos, conforme pontificamos anteriormente. Este aspecto é evidenciado quando são observados os QUADROS 61 a 65.

Tal como ocorreu no estudo da evapotranspiração, foi nosso propósito estabelecer uma equação única para definir a evaporação no 1º estágio. Portanto, foi necessário desenvolver o estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações.

4.3.1.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 1º estágio

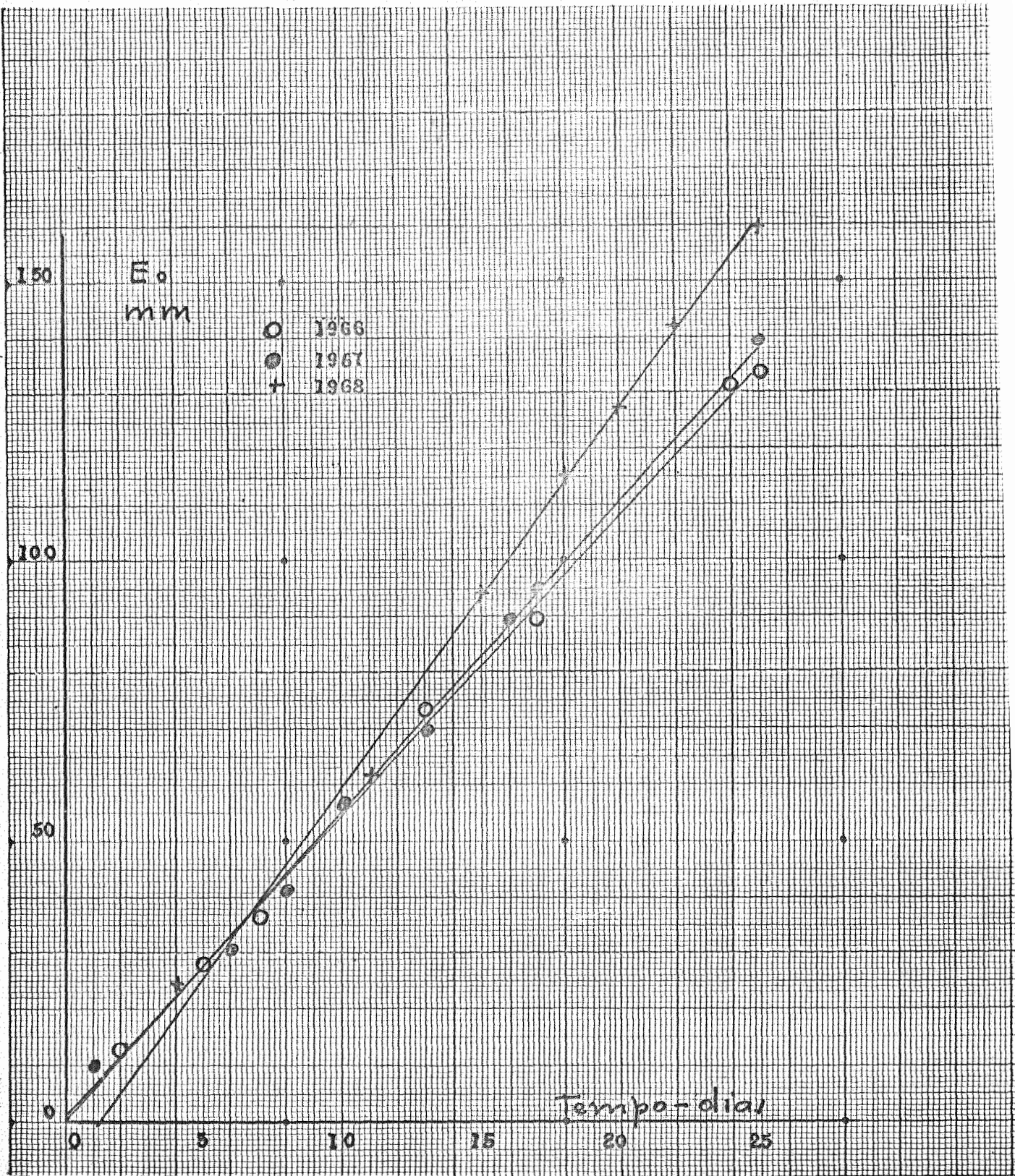


FIGURA 19 - Evaporação em função do tempo relativa ao 1º estágio.
Tratamento 3.

Os valores dos coeficientes "A" e "B" e as equações de regressão linear (A + BX) referentes ao 1º estágio, calculados anteriormente são os que se seguem:

Ano	Coeficientes		Variâncias dos coeficientes	
	A	B	A	B
1966	0,6626	5,3445	2,1146	0,008522
1967	-0,2071	5,5409	3,8168	0,019827
1968	-8,7914	6,7840	12,9905	0,046005

Coeficiente "A"

As diferenças de "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968 foram as seguintes:

$$Y_1 = a_{11} - a_{12} = 0,8701 \quad t = 0,3571$$

$$Y_2 = a_{11} - a_{13} = 9,4540 \quad t = 2,4325^{++}$$

$$Y_3 = a_{12} - a_{13} = 8,5843 \quad t = 2,1949$$

Coeficiente "B"

As diferenças do coeficiente "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968, foram as seguintes:

$$Y_1 = b_{11} - b_{12} = -0,1964 \quad t = 1,1071$$

$$Y_2 = b_{11} - b_{13} = -1,4395 \quad t = 6,1220^{+}$$

$$Y_3 = b_{12} - b_{13} = -1,2431 \quad t = 4,8451^{+}$$

Analisando os coeficientes "A" e "B" resultaram as informações:

a) Coeficiente "A"

O valor do teste "t" não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade para os contrastes Y_1 e Y_3 e a 1% para o contraste Y_2 .

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" não foi significativo ao nível de 5% para o contraste Y_1 mas foi significativo ao nível de 5% para os contrastes Y_2 e Y_3 .

Se os contrastes Y_1 e Y_3 referentes ao coeficiente "A" não foram significativos, o mesmo não ocorrendo com os contrastes relativos ao coeficiente "B", portanto, só podemos estabelecer uma equação única para indicar a evaporação a partir dos dados de 1966 e 1967, porquanto, os contrastes Y_1 para ambos os coeficientes não foram significativos, isto é, não diferem entre si.

De fato, os dados da evaporação dos QUADROS 42 a 44, mostram que em 1966, 1967 e 1968 foram de 133,54 mm, 139,63 mm e 159,40 mm, respectivamente, evidenciando maior evaporação em 1968. Por isso, os dados de 1968 não se incluíram na determinação da equação única.

4.3.1.5 - Determinação da evaporação média durante o 1º estágio do Tratamento 3.

Explicamos que, de acordo com os resultados das análises comparativas dos coeficientes angulares e lineares, determinamos os valores médios da evaporação, tomando por base os dados observados em 1966 e 1967, prosseguindo com a análise de variância e a respectiva

equação de regressão linear única, conforme se segue.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	20.533,6701	20.533,6701	4.713,49 ⁺⁺⁺
Resíduo	10	43,5636	4,3563	
Total	11	20.577,2337		

Observamos um efeito significativo para regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

A respectiva equação da reta de regressão é a seguinte:

$$E_o = 0,5070 + 5,4251 T$$

Esta é a equação que definiu a evaporação média durante o 1º estágio do Tratamento 3, e a sua representação gráfica se encontra na Fig. 20.

Com o auxílio da equação média calculamos os valores estimados da evaporação média (QUADRO 59).

Obtidos os valores estimados ($\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}X$) da evaporação média, calculamos o intervalo de confiança desses valores.

4.3.1.6 - Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evaporação média

Empregamos a mesma fórmula citada no item 4.2.1.6.

Os dados utilizados para a fórmula em causa, bem como os resultados obtidos constam do QUADRO 59.

A verdadeira evaporação, nos 25 dias integrantes do 1º estágio deve estar coberta, com 95% de probabilidade, pelo intervalo:

[133,36 e 138,90] ou seja $133,36 \leq E_o \leq 138,90$, em milímetros.

QUADRO 59 - Valores médios acumulados, em milímetros, da evaporação média observada, estimada; e valores do intervalo de confiança acumulados em milímetros, referentes ao período do 1º estágio do Tratamento 3.

Período X	E _o Observada Y obs	E _o Estimada Y est	Intervalo de confiança	
1	9,80	5,93	3,69	8,17
2	12,06	11,36	9,26	13,46
5	27,70	27,63	25,90	29,36
6	30,04	33,06	31,44	34,68
7	36,10	38,49	36,95	40,03
8	41,30	43,91	42,45	45,37
10	56,06	54,76	53,39	56,13
13	71,22	71,30	69,64	72,42
16	89,32	87,31	85,72	88,90
17	92,01	97,73	96,04	99,42
24	130,86	130,26	127,64	132,88
25	136,58	136,16	133,36	138,90

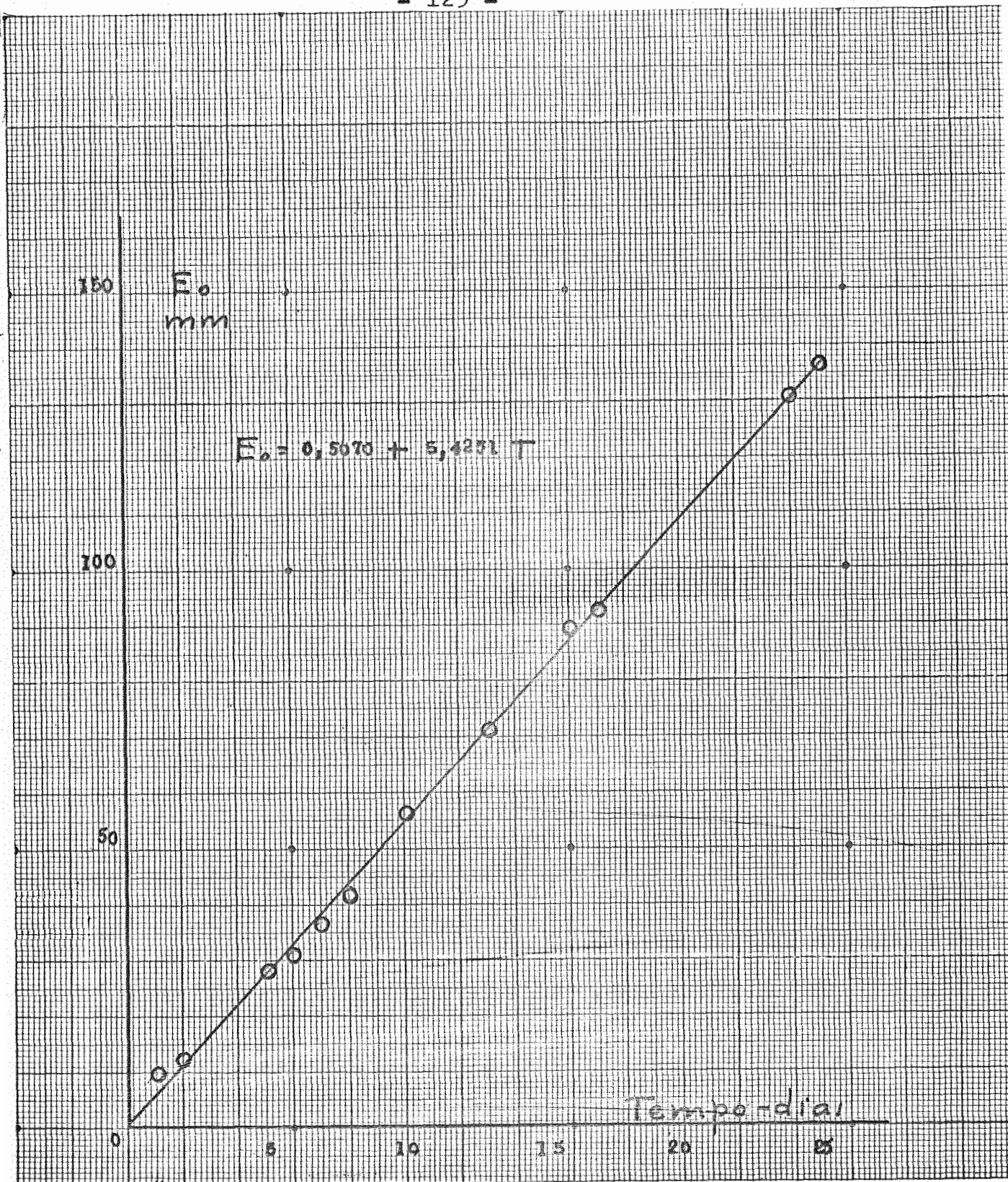


FIGURA 20 - Evaporação média acumulada em função do tempo relativa ao 1º Estágio. Tratamento 3.

4.3.2 - Análise da variância da evaporação ocorrida durante o 2º estágio do Tratamento 3

Como no caso anterior adotamos os totais acumulados na análise da evaporação. Os dados se encontram nos QUADROS 42 a 44.

4.3.2.1 - Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1966 (19/10 a 17/11)

A análise de regressão dos dados de evaporação (Eo) acumulada em milímetros, em função do tempo (T) acumulado em dias foi assim encaminhada.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	10.773,8897	10.773,8897	548,78 ⁺⁺⁺
Resíduo	3	58,8963	19,6356	
Total	4	10.832,7860		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

Resultou uma reta de regressão, de equação,

$$Eo = 13,8411 + 4,6833 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 21.

4.3.2.2 - Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1967 (8/10 a 6/11)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	19.125,8492	19.125,8492	677,84 ++
Resíduo	6	169,2942	28,2157	
Total	7	19.295,1434		

(Obs.: Efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

A equação da reta de regressão:

$$E_0 = 38,2579 + 4,2580 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 21.

4.3.2.3 - Evaporação ocorrida no 2º estágio de 1968 (19/10 a 17/11)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	32.296,3337	32.296,3337	566,03 +++
Resíduo	5	285,2837	57,0567	
Total	6	32.581,6174		

(Obs.: Efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

A equação da reta de regressão:

$$E_0 = -16,1832 + 6,5810 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 21.

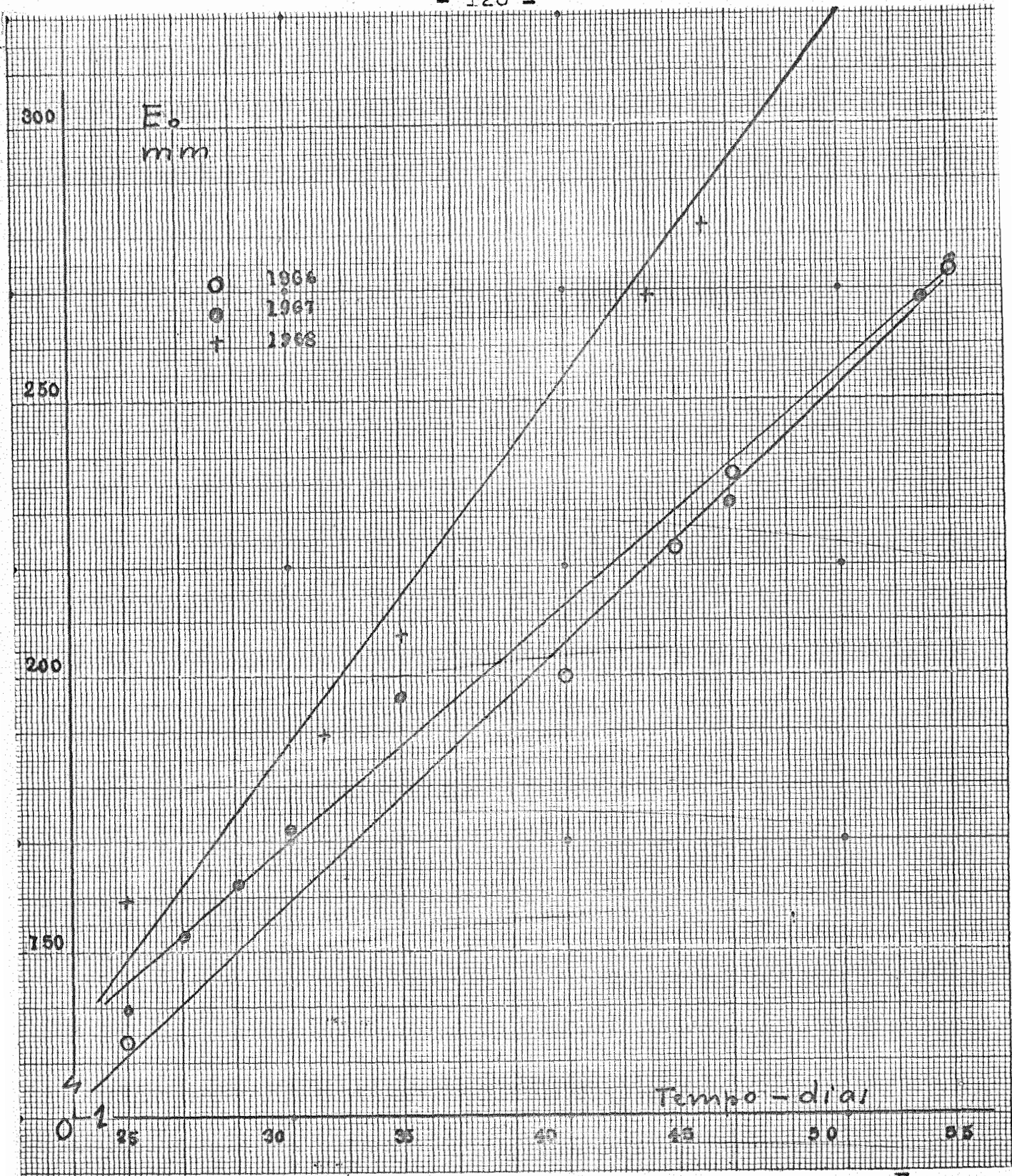


FIGURA 21 - Evaporação em função do tempo relativa ao 2º estágio.
Tratamento 3.

No estabelecimento de uma equação única para definir a evaporação durante o 2º estágio, segue o estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações.

4.3.2.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 2º estágio

Os valores dos coeficientes "A" e "B" das equações de regressão linear ($\hat{A} + \hat{B}X$) referentes ao 2º estágio, calculados anteriormente são os seguintes:

Ano	Coeficientes		Variância dos coeficientes	
	A	B	A	B
1966	13,8411	4,6833	76,4581	0,039968
1967	38,2579	4,2580	41,8973	0,026750
1968	-16,1832	6,5810	139,4687	0,076513

Coeficiente "A"

As diferenças dos coeficientes "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968 foram as seguintes:

$$Y_1 = a_{11} - a_{12} = -24,4168 \quad t = 2,2627$$

$$Y_2 = a_{11} - a_{13} = 30,0243 \quad t = 2,0432$$

$$Y_3 = a_{12} - a_{13} = 54,4411 \quad t = 4,0424^{++}$$

Coefficiente "B"

As diferenças dos coeficientes "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968:

$$Y_1 = b_{11} - b_{12} = 0,4253 \quad t = 1,6465$$

$$Y_2 = b_{11} - b_{13} = -1,8977 \quad t = 5,5603 \quad ++$$

$$Y_3 = b_{12} - b_{13} = -2,3230 \quad t = 7,2435 \quad ++$$

Da análise dos coeficientes "A" e "B" observamos o seguinte:

a) Coeficiente "A"

O valor do teste "t" não foi significativo ao nível de 5% para os contrastes Y_1 e Y_2 , porém foi significativo o contraste de Y_3 ao nível de 1%

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" não foi significativo ao nível de 5% para o contraste de Y_1 , mas foi significativo ao nível de 1% para Y_2 e Y_3 :

Coube-nos estabelecer, assim, uma equação única para indicar a E_o a partir dos dados de 1966 e 1967.

Os valores da E_o (QUADROS 42 a 44) observados foram de 140,15 mm, 135,11 mm e 192,70 mm, para os anos de 1966, 1967 e 1968 respectivamente, demonstrando que o valor de 1968 foi sensivelmente maior em relação aos outros dois anos, o que justificaria a significância dos contrastes Y_2 e Y_3 .

4.3.2.5 - Determinação da evaporação média durante o 2º estágio do Tratamento 3

Determinamos a evaporação média (QUADRO 60) obedecendo aos critérios já adotados anteriormente, tomando por base os valores observados em 1966 e 1967. A seguir procedemos à análise de variância para chegar na equação linear única.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

G. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	19.924,8343	19.924,8343	458,41 ++
Resíduo	8	347,7154	43,4644	
Total	9	20.272,5497		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 1% de probabilidade.

A respectiva equação da reta de regressão é a seguinte:

$$E_0 = 36,6383 + 4,2465 T$$

Esta é a equação que definiu a evaporação média durante o 2º estágio do Tratamento 3, cuja representação gráfica se encontra na Fig. 22.

Com o auxílio da equação média calculamos os valores estimados da evaporação média (QUADRO 65).

Obtidos os valores estimados ($\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}X$) da evaporação média, calculamos o intervalo de confiança dos mesmos.

4.3.2.6 - Estudo do intervalo de confiança dos valores estimados da evaporação média

A fórmula empregada neste cálculo é idêntica àquela usada nos cálculos do 1º estágio do estudo de evapotranspiração, e os resultados se encontram no QUADRO 60.

A verdadeira evaporação, nos 55 dias que aparecem no QUADRO 60 ou, ainda, nos 30 dias do 2º estágio, deve estar coberta com 95% de probabilidade, pelo intervalo:

$[261,41 \text{ e } 278,89]$ ou seja $261,41 \leq E_o \leq 278,89$ em milímetros.

QUADRO 60 - Valores médios acumulados, em milímetros, da evaporação média observada, estimada; e valores do intervalo de confiança, em milímetros, referentes ao período do 2º estágio do Tratamento 3.

Período X	E _o observada Y obs	E _o estimada Y est	Intervalo de confiança	
25	136,58	142,80	134,87	150,73
27	152,65	151,29	144,03	158,55
29	161,93	159,79	153,21	166,37
31	172,07	168,29	162,27	174,31
35	196,25	185,26	180,13	190,39
41	199,86	210,74	205,83	215,65
45	222,84	227,23	222,17	233,29
47	233,90	236,22	230,15	242,29
54	267,96	265,95	257,54	274,36
55	274,21	270,20	261,41	278,89

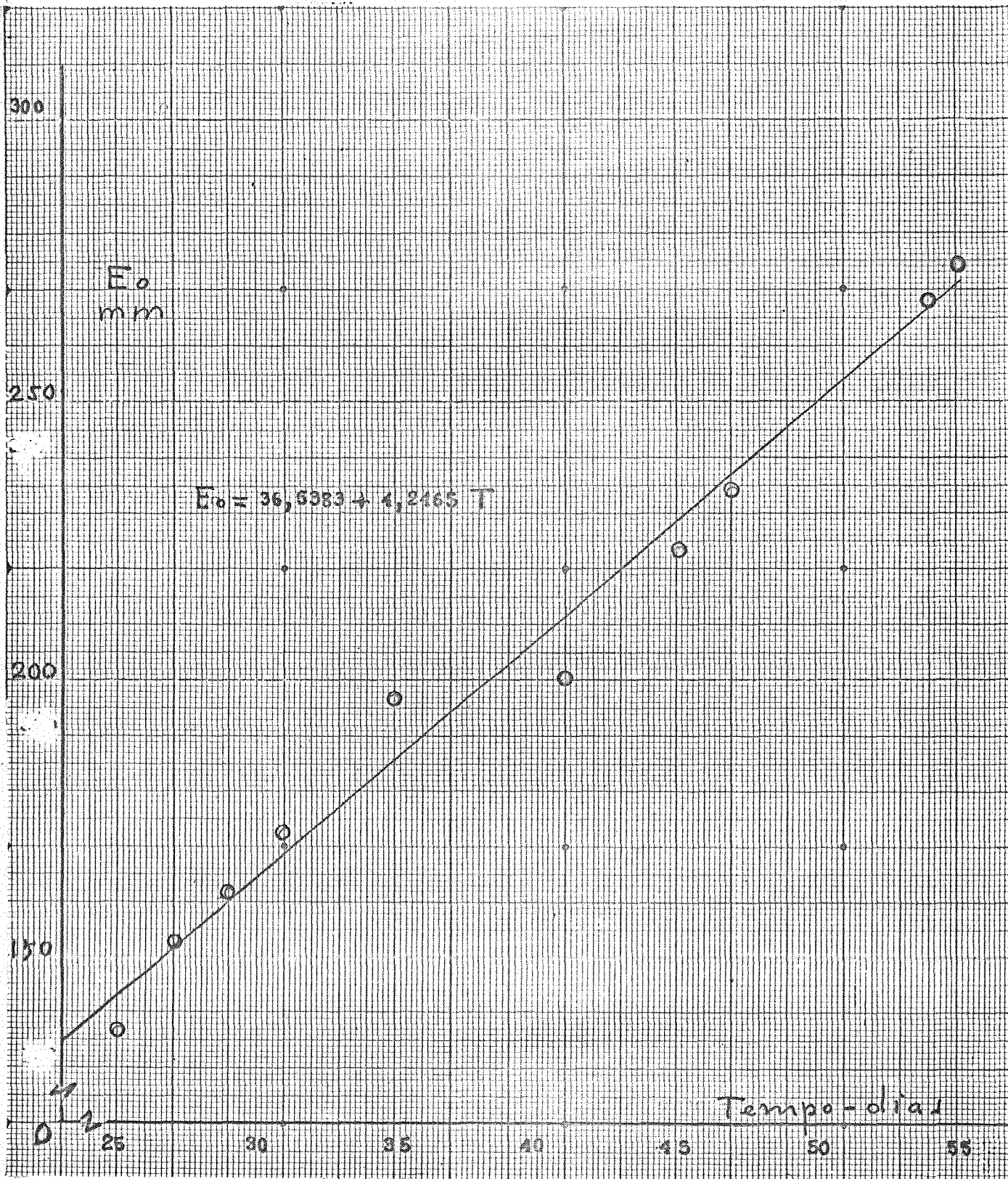


FIGURA 22 - Evaporação média acumulada em função do tempo relativa ao 2º estágio. Tratamento-3.

4.3.3 - Análise da variância da evaporação ocorrida durante o 3º estágio do Tratamento 3

Para análise da evaporação adotamos os totais acumulados, cujos valores se encontram nos QUADROS 42 a 44.

4.3.3.1 - Evaporação ocorrida no 3º estágio de 1966(18/11 a 12/12)

A análise de regressão dos dados de evaporação (E_o) acumulada, em milímetros, em função do tempo (T) acumulado em dias, é a seguinte:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	25.064,6946	25.064,6946	15.227,36 ⁺⁺⁺
Resíduo	5	8,2301	1,6460	
Total	6	25.072,9247		

Observamos um efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade.

Para a equação da reta de regressão resultou:

$E_o = 100,2307 + 6,8075 T$ cuja representação gráfica encontra-se na Fig. 23.

4.3.3.2 - Evaporação ocorrida no 3º estágio de 1967 (7/11 a 1/12)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	11.265,2398	11.265,2398	1.433,82 ⁺⁺⁺
Resíduo	6	47,1405	7,8567	
Total	7	11.312,3803		

(Obs.: efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

A equação da reta de regressão é a seguinte:

$$E_0 = 54,4796 + 4,0676 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 23.

4.3.3.3. - Evaporação ocorrida no 3º estágio em 1968 (18/11 a 12/12)

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	1	15.303,2565	15.303,2565	402,30 ⁺⁺⁺
Resíduo	3	114,1165	38,0388	
Total	4	15.417,3730		

(Obs.: efeito significativo para a regressão linear ao nível de 0,1% de probabilidade).

A equação da reta de regressão:

$$E_0 = 47,7476 + 5,5930 T$$

Sua representação gráfica encontra-se na Fig. 23.

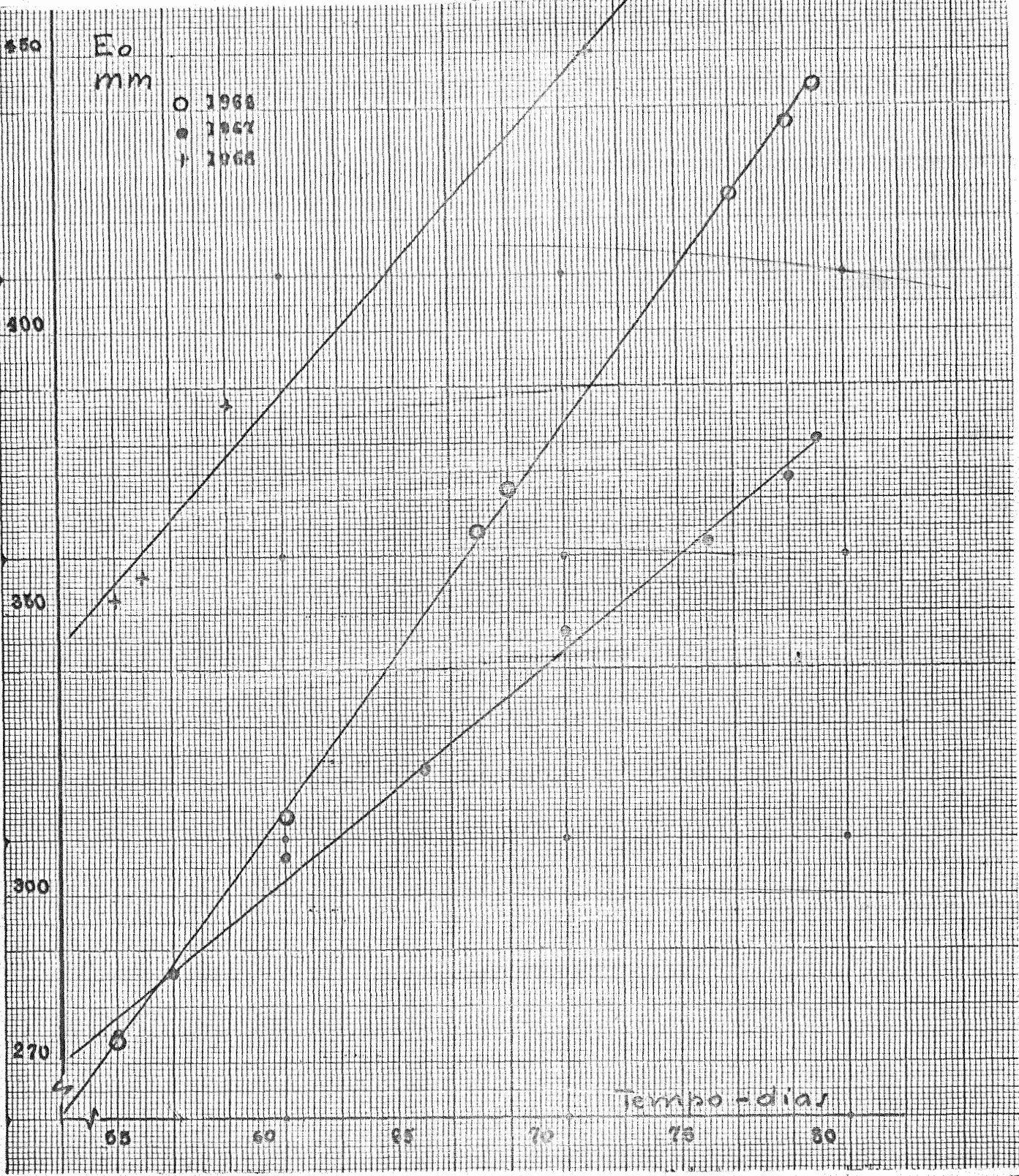


FIGURA 23 - Evaporação em função do tempo relativo ao 3º estágio. Tratamento 3.

QUADRO 61 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm em função do tempo (T) em dias do Tratamento 1.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	0,6010	5,3285
	1967	- 0,4976	5,5372
	1968	- 9,8328	6,8309
2º	1966	18,2022	4,6077
	1967	39,1546	4,1985
	1968	-15,5553	6,8309
3º	1966	-102,6356	6,8368
	1967	49,5308	4,1391
	1968	56,0353	5,4542

$$Eo = A + BX$$

QUADRO 62- Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm, em função do tempo em dias relativos ao Tratamento 2.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	0,7773	5,2957
	1967	- 0,6923	5,5358
	1968	- 4,2603	6,5725
2º	1966	19,2991	4,5170
	1967	38,1992	4,2555
	1968	- 14,9069	6,5589
3º	1966	-103,4670	6,8445
	1967	53,6839	4,0884
	1968	85,2348	5,0980

$$E_o = A + BX$$

QUADRO 63- Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm, em função do tempo (T) em dias relativos ao Tratamento 3.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	0,6626	5,3545
	1967	- 0,2071	5,5409
	1968	- 8,7914	6,7840
2º	1966	13,8411	4,6833
	1967	38,2577	4,2580
	1968	- 16,1833	6,5810
3º	1966	-100,2307	6,8075
	1967	54,4796	4,0676
	1968	47,7476	5,5930

$$E_o = A + BX$$

QUADRO 64 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm, em função do tempo (T) em dias relativos ao Tratamento 4.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	0,7553	5,3084
	1967	0,1814	5,4899
	1968	- 17,0383	7,1402
2º	1966	19,2793	4,5924
	1967	36,8963	4,2401
	1968	9,7115	6,4456
3º	1966	-104,7519	6,8689
	1967	54,2571	4,0713
	1968	81,7667	5,1261

$$Eo = A + BX$$

QUADRO 65 - Coeficientes das equações da reta de regressão da evaporação (Eo) acumulada em mm, em função do tempo (T) em dias relativos ao Tratamento 5.

Estágio	Ano	Coeficientes	
		A	B
1º	1966	1,2253	5,2689
	1967	1,2407	5,5273
	1968	- 2,1475	6,4315
2º	1966	17,5819	4,6254
	1967	31,5717	4,3637
	1968	- 6,7404	6,4092
3º	1966	-106,0040	6,8832
	1967	53,1948	4,0892
	1968	38,0120	5,7948

$$Eo = A + BX$$

Segue o estudo comparativo dos coeficientes angulares e lineares das equações em que estabelecemos uma equação única para definir a evaporação média ocorrida no 3º estágio.

4.3.3.4 - Comparação dos coeficientes angulares e lineares das equações de regressão, relativa ao 3º estágio

Os valores dos coeficientes "A" e "B" das equações de regressão linear (A + BX) referentes ao 3º estágio, calculados anteriormente são os seguintes:

Ano	Coeficientes		Variâncias dos coeficientes	
	A	B	A	B
1966	-100,2307	6,8075	14,8699	0,003046
1967	54,4796	4,0676	54,5353	0,011539
1968	47,7407	5,5930	330,0946	0,077757

Coefficiente "A"

As diferenças dos coeficientes "A" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968:

$$Y_1 = a_{11} - a_{12} = -154,7103 \quad t = 18,5705^{++}$$

$$Y_2 = a_{11} - a_{13} = -147,9714 \quad t = 7,9683^{++}$$

$$Y_3 = a_{12} - a_{13} = 6,7389 \quad t = 0,3427$$

Coefficiente "B"

As diferenças dos coeficientes "B" entre 1966 e 1967, 1966 e 1968, 1967 e 1968:

$$Y_1 = b_{11} - b_{12} = 2,7399 \quad t = 22,6890^{++}$$

$$Y_2 = b_{11} - b_{13} = 1,2145 \quad t = 4,2726^{++}$$

$$Y_3 = b_{12} - b_{13} = -1,5254 \quad t = 5,1046^{++}$$

Da análise dos coeficientes "A" e "B" observamos o seguinte:

a) Coeficiente "A"

O valor do teste "t" foi significativo ao nível de 1% para os contrastes Y_1 e Y_2 , porém, não foi significativo ao nível de 5% para Y_3 .

b) Coeficiente "B"

O valor do teste "t" foi significativo ao nível de 1% para todos os contrastes de Y_1 , Y_2 e Y_3 .

Face aos resultados da análise comparativa dos coeficientes angulares e lineares, não podemos estabelecer uma equação de regressão única para definir a evaporação ocorrida durante o período do 3º estágio, em virtude dos coeficientes, tanto angulares como lineares, diferirem entre si, durante os três anos de experimentação.

Depreende-se que tivemos de ficar com as equações da evaporação, uma para cada ano.

Reportando-nos aos QUADROS 42 a 44 podemos observar que os dados de evaporação apresentam uma diferença significativa entre os três anos, se não vejamos, constam 170,06 mm - 105,48 mm - 141,60 mm, para 1966, 1967 e 1968 respectivamente.

Observando os dados dos QUADROS 5 a 16 podemos formular as seguintes hipóteses que justificariam as diferenças na evaporação:

a) as condições climáticas referentes às temperaturas foram diferentes, evidenciando que nos anos de maior evaporação as temperaturas foram mais elevadas;

b) reduzido número de anos de experimentação.

4.4 - Correlações entre a evapotranspiração real e evaporação

Foi nosso propósito estabelecer a correlação entre a evapotranspiração real (ER) e a evaporação (Eo), esperando que esta, determinada no local do experimento, pudesse ser usada, com razoável aproximação, na estimativa da evapotranspiração, em outras áreas sob condições climáticas e de solo semelhantes as do experimento.

Determinamos o coeficiente de correlação linear como medida de dependência entre a ER e Eo, em virtude de as variáveis X ou ER e Y ou Eo estarem sujeitas a erros experimentais ponderáveis, o que nos permitiu empregar a teoria da regressão tal como fizemos até aqui.

Seguindo o mesmo critério anterior, detalharemos o estudo realizado, com base nos estágios da cultura de milho, vinculados ao Tratamento 3, sendo certo que o mesmo

procedimento foi aplicado, também, aos estágios dos demais Tratamentos, razão pela qual incluímos tão somente os resultados das correlações (QUADRO 70).

A fórmula empregada na determinação da correlação é aquela referendada no item 3.2.7.3 do capítulo de Material e Métodos.

4.4.1 - Correlação entre ER e Eo do 1º estágio
(Tratamento 3)

Os dados de ER e Eo acumulados, em milímetros, se encontram no QUADRO 66.

As correlações resultantes para o presente estágio, nos três anos de experimentos, foram:

Ano	Correlação r	Valor de t
1966	0,9991	53,19 +++
1967	0,9494	7,39 ++
1968	0,9940	22,77 +++

QUADRO 66 - Valores de ER e Eo observados acumulados, em milímetros, relativos ao 1º estágio, de 1966, 1967 e 1968. Tratamento 3.

1966		1967		1968	
ER	Eo	ER	Eo	ER	Eo
5,18	12,06	2,04	9,80	5,87	24,40
13,13	27,70	12,23	30,04	16,21	39,80
18,53	36,10	16,97	41,30	24,79	61,30
35,59	72,99	22,35	56,06	37,39	94,00
46,75	89,36	30,84	69,46	47,17	115,40
66,76	130,86	40,68	89,32	53,93	127,20
70,29	133,54	43,66	94,66	61,81	142,60
		67,34	139,63	75,91	159,40

4.4.2 - Correlação entre a ER e Eo do 2º estágio (Tratamento 3)

Em função dos valores do QUADRO 67 os cálculos efetuados nos conduziram às correlações:

Ano	Correlação r	Valor de t
1966	0,9992	43,26 ++
1967	0,9941	22,75 ++
1968	0,9816	11,49 ++

QUADRO 67 - Valores da ER e Eo observados, acumulados, em milímetros, relativos ao 2º estágio de 1966, 1967 e 1968. (Tratamento 3).

1966		1967		1968	
ER	Eo	ER	Eo	ER	Eo
70,29	133,54	67,34	139,63	75,91	159,40
126,77	199,86	73,26	152,65	108,81	189,50
143,57	222,88	79,26	161,93	125,65	207,40
151,97	236,79	83,34	172,07	160,61	269,10
183,33	273,69	105,64	196,25	167,51	281,70
		151,96	231,02	188,30	336,00
		179,83	267,96	194,20	352,10
		183,20	274,74		

4.4.3 - Correlação entre a ER e Eo do 3º estágio (Tratamento 3)

Com os valores do QUADRO 68, fomos conduzidos às correlações.

Ano	Correlação r	Valor de t
1966	0,9951	22,25 ++
1967	0,9938	22,12 ++
1968	0,9965	20,63 ++

QUADRO 68 - Valores da ER e Eo observados, acumulados, em milímetros, relativos ao 3º estágio de 1966, 1967 e 1968 (Tratamento 3)

1966		1967		1968	
ER	Eo	ER	Eo	ER	Eo
183,33	273,69	183,20	274,74		,
205,17	313,81	189,90	286,19	194,24	352,10
229,62	364,00	201,36	306,82	196,94	356,40
232,67	371,32	217,11	322,04	204,77	386,70
252,59	424,13	234,33	346,55	237,53	450,80
256,22	436,57	251,23	362,00	258,33	493,70
258,04	443,75	261,21	373,82		
		263,61	380,22		

4.5 - Determinação do coeficiente K de proporcionalidade entre a evapotranspiração real e evaporação do tanque Classe "A"

Concluídos os estudos de análise dos resultados de ER e Eo com as respectivas correlações lineares, procuramos estabelecer um coeficiente de proporcionalidade (K) entre estas características, visto que, os resultados das citadas análises se coadunam perfeitamente.

A determinação do aludido coeficiente teve por finalidade precípua a possibilidade de utilização da relação entre a evapotranspiração real e evaporação do tanque Classe "A", no controle prático da irrigação da cultura de milho, em locais que apresentem condições climáticas e características de solo idênticas àquelas que configuraram nosso experimento.

Como nosso estudo de ER e Eo foi desenvolvido segundo o pré-estabelecido de estágios da cultura, evidentemente a determinação do coeficiente de proporcionalidade obedeceu ao mesmo critério.

Caracterizamos o coeficiente de proporcionalidade (K) pela relação $K = ER \cdot Eo^{-1}$ tal como circunstanciado no item 3.2.6 do capítulo Material e Métodos.

Os valores de ER e Eo integrantes da relação foram estabelecidos pelos totais de cada estágio, (QUADROS 51 a 53 e 59, 60).

Já explicamos que, relativamente ao 3º estágio, em virtude dos dados de evaporação aí ocorrida nos três anos apresentarem diferenças significativas não foi possível estabelecer a evaporação média, e conseqüentemente, o coeficiente de proporcionalidade.

Por outro lado, a relação que, efetivamente, é de importância para estabelecer o consumo de água da cultura, será aquela determinada a partir dos dados de ER e Eo relativos ao 2º estágio, onde ocorre o consumo máximo de água.

Para melhor compreensão acerca da obtenção dos coeficientes K, fizemos constar no QUADRO 69 os valores observados e médias de ER e Eo.

QUADRO 69 - Valores observados e médias de ER e Eo, em milímetros, de cada estágio, relativos ao Tratamento 3, durante os três anos. Valores de K

Estágio	Ano	ER mm	Eo mm	Valor de K
1	1966	70,29	133,54	0,526
	1967	67,34	139,63	0,482
	1968	75,91	159,40	0,476
2	1966	113,04	140,15	0,806
	1967	115,86	135,11	0,857
	1968	118,29	192,70	0,614
	1966	74,71	170,06	0,437
	1967	80,41	105,48	0,762
	1968	64,09	141,60	0,452
		ER média	Eo média	K
1		68,82	136,58	0,504
2		118,09	137,63	0,857
3		83,91	-	-

Observando os valores do QUADRO 69, verificamos que os coeficientes determinados a partir dos valores médios de ER e Eo se aproximam das médias dos coeficientes a partir dos dados observados, exceto ao 2º estágio de 1968.

Poderíamos atribuir um coeficiente de proporcionalidade para o 3º estágio, a partir da média entre os coeficientes obtidos nos anos de 1966 e 1968.

Nos QUADROS 36 a 50 estão indicados os coeficientes de proporcionalidade por estágio e por Tratamento.

QUADRO 70 - Valores da correlação entre a evapotranspiração real e evaporação acumuladas, em milímetros, dos Tratamentos 1, 2, 4 e 5.

Tratamentos	Estágios	1966	1967	1968
		r	r	r
1	1º	0,9982	0,9972	0,9972
	2º	0,9983	0,9932	0,9864
	3º	0,9991	0,9960	0,9977
2	1º	0,9989	0,9978	0,9964
	2º	0,9943	0,9924	0,9847
	3º	0,9997	0,9965	0,9841
4	1º	0,9991	0,9952	0,9940
	2º	0,9992	0,9953	0,9815
	3º	0,9951	0,9969	0,9965
5	1º	0,9962	0,9911	0,9970
	2º	0,9924	0,9946	0,9780
	3º	0,9995	0,9956	0,9915

5 - CONCLUSÕES

5.1 - Relativos ao Tratamento 3

5.1.1 - A cultura de milho consumiu, em média, durante os três anos de experimentação, 3,24 mm de água por dia, senão, ainda como valores médios:

2,76 mm/dia no 1º estágio;

3,86 mm/dia no 2º estágio;

3,10 mm/dia no 3º estágio;

o que vem indicar que o consumo do 2º estágio deverá servir de base na dotação da água por a irrigação.

5.1.2 - No estudo da evapotranspiração real em função do tempo, os coeficientes angulares e lineares das equações do 1º estágio da cultura, referentes aos anos de 1966 e 1967, não diferiram entre si, prevalecendo a equação da reta de regressão.

$$ER = - 2,6267 + 2,8098 T$$

No 2º estágio, os coeficientes angulares e lineares para as equações dos anos de 1966, 1967 e 1968 não diferiram entre si, sendo a equação da reta de regressão correspondente:

$$ER = - 33,0291 + 4,0765 T$$

No 3º estágio, os coeficientes angulares e lineares para as equações dos anos de 1966 e 1967 não diferiram entre si, resultando a equação da reta de regressão:

$$ER = 12,6804 + 3,1279 T$$

5.1.3 - Os coeficientes médios de proporcionalidade ($K = ER.E_o^{-1}$) que poderão definir a evapotranspiração real em função da evaporação do tanque Classe A, sob condições locais, climatológicas e edáficas, identificáveis na área experimental foram os seguintes:

$$ER = 0,504 E_o \text{ para o } 1^\circ \text{ estágio da cultura;}$$

$$ER = 0,857 E_o \text{ para o } 2^\circ \text{ estágio da cultura.}$$

Quanto ao 3º estágio da cultura, deixamos de categorizá-lo, na forma de equação, porquanto não fôra possível estabelecermos a evaporação média.

5.2 - Relativos aos demais Tratamentos

5.2.1 - O milho, nos seus estágios aqui considerados consumiu, em média, durante os três anos de experimentação, para os demais Tratamentos, as quantidades de água adiante relacionadas, em termos de evapotranspiração real (ER):

Tratamento	ER observada (mm/dia)			
	Estágios			Valor médio
	1º	2º	3º	
1	3,57	4,33	3,48	3,79
2	3,26	4,20	3,36	3,67
4	2,71	3,91	2,81	3,14
5	2,27	3,17	2,56	2,66

5.2.2 - As equações da reta de regressão dos Tratamentos 1, 2, 4 e 5, para os três estágios da cultura, que exprimem a evapotranspiração real (ER) estimada, em função do tempo, se identificam pelos seguintes coeficientes:

$$ER = A + BT ; T = \text{tempo em dias de 24 horas}$$

Trat.	ESTÁGIOS DA CULTURA					
	1º		2º		3º	
	A	B	A	B	A	B
1	-5,5740	3,7745	-23,6934	4,3704	29,6433	3,3639
2	-3,4797	3,2716	-19,4253	4,2419	17,9774	3,4553
4	-2,7637	2,7836	-35,1616	4,1976	47,4424	2,6240
5	-2,6744	2,7714	-37,9889	3,2278	34,4992	2,3459

5.2.3 - Os coeficientes médios de proporcionalidade ($K = ER.Eo^{-1}$) que poderão definir a relação evapotranspiração real/evaporação do tanque Classe "A", em locais, climatológica e edaficamente semelhantes ao da área estudada foram os seguintes:

Tratamento	Valôres de K		Evapotranspiração real
	1º estágio	2º estágio	
1	0,653	0,943	ER = 0,653 Eo ER = 0,943 Eo
2	0,602	0,917	ER = 0,602 Eo ER = 0,943 Eo
4	0,496	0,853	ER = 0,496 Eo ER = 0,853 Eo
5	0,420	0,691	ER = 0,420 Eo ER = 0,691 Eo

6 - RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo principal determinar a evapotranspiração real da cultura de milho (Zea mays L.), e verificar o valôr do coeficiente de proporcionalidade definido pela relação da evapotranspiração real para a evaporação do tanque Classe "A", como dados indispensáveis aos projetos de irrigação.

O experimento foi instalado em solo da Série Luiz de Queiroz do campo experimental do Departamento de Engenharia Rural, constando de 5 Tratamentos e 4 repetições levados a efeito durante três consecutivos (1966, 1967 e 1968).

Os Tratamentos envolvidos se referiram a vários níveis do intervalo de água disponível do solo em causa, assim qualificados:

- Tratamento 1 - O solo era irrigado quando a umidade atingia o nível de 80% da sua água disponível;
- Tratamento 2 - Idem, a 70% da sua água disponível;
- Tratamento 3 - Idem, a 60% da sua água disponível;
- Tratamento 4 - Idem, a 50% da sua água disponível;
- Tratamento 5 - Sem irrigação.

Para análise dos resultados da produção o Tratamento 3 foi escolhido para servir de suporte no presente estudo, que foi dividido em três estágios anuais da cultura do milho.

O 1º estágio compreendeu um período de 25 dias com início no 25º dia após o estabelecimento da cultura, finalizando pois, no 50º dia. A partir daí segue-se o 2º estágio, compreendendo os 30 dias subsequentes; o 3º estágio, abrangeu mais 25 dias consecutivos, culminando no 105º dia após o estabelecimento da cultura.

Verificou-se que no 1º estágio a cultura consumiu, em média, cerca de 2,76mm, por dia, de água, avaliada pela evapotranspiração real. Nos 2º e 3º estágios, esses resultados foram de 3,86 mm por dia e 3,10 mm por dia, respectivamente. Cumpre-se salientar que o maior consumo de água (2º estágio) coincidiu com a época da formação das espigas, evidenciando o consumo básico ou mais característico no cálculo de irrigação. Incluindo os três estágios, o consumo médio nos três anos de experimento foi de 3,24 mm por dia.

Determinou-se, estatisticamente, a evapotranspiração real em função do tempo (dia de 24 horas) através de uma equação de regressão única para cada estágio. A informação obtida pela relação da evapotranspiração real para a evaporação foi de 0,857 para o estágio que apresentou maior consumo de água, relação essa que na prática pode ser utilizada para avaliar-se a evapotranspiração real, às expensas dos dados da evaporação fornecidos pelo tanque Classe "A" instalado no campo de cultura. Tal relação se aplica, obviamente, em locais climatológica e edaficamente, semelhantes ao do experimento realizado.

7 - SUMMARY

The objective of the present research was to determine the actual evapotranspiration of the corn culture (Zea mays L.), and check the proportionality coefficient defined by the ratio of the actual evapotranspiration for the evaporation of the Class "A" tank, as essential data for irrigation projects.

The experiment was established in soils of the "Luiz de Queiroz" series of the experimental field of the Rural Engineering Department, with 5 treatments and 4 repetitions carried out during a period of three years (1966, 1967 and 1968).

The treatments involved were concerned with several levels of interval of disposable water in the soil studied, as follows:

- Treatment 1 - The soil was irrigated when the humidity reached 80% of its disposable water;
- Treatment 2 - The same, at 70% of its disposable water;
- Treatment 3 - The same, at 60% of its disposable water;
- Treatment 4 - The same, at 50% of its disposable water;
- Treatment 5 - Without any irrigation.

Through the analysis of production yields Treatment 3 was selected to serve as support in the present study, which was divided into three annual stages of the corn culture.

The first stage covered a period of 25 days beginning on the 25th day after the establishment of the culture and ending on the 50th day. Following this the 2nd stage was initiated covering the next 30 days; the 3rd stage covered 25 days more without interruption culminating on the 105th day after the establishment of the culture.

In the 1st stage the culture consumed an average of about 2.76 mm of water per day, estimated through the actual evapotranspiration. In the 2nd and 3rd stages these results were 3.86 mm per day and 3.10 mm per day, respectively. It must be noted that the greater water consumption (2nd stage) coincided with the time of cob formation, giving evidence of the basic or more characteristic consumption in the estimation of irrigation. Including the three stages, the average uptake during the 3 years of the experiment was of 3.24 mm per day.

The actual evapotranspiration in relation to time (days of 24 hours) was statistically determined through a single regression for each stage. The information obtained through the ratio of the actual evapotranspiration for the evaporation was 0.857 for the stage which showed a greater consumption of water. This relation can be used in practice to evaluate real evapotranspiration using evaporation data supplied by the Class "A" tank installed in the culture field. Such relation can be obviously applied in locations climatically and edaphically similar to those of the experiment carried out.

8 - BIBLIOGRAFIA CITADA ⁺

- BLANEY, H.F. and CRIDDLE, W.D. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Soil Conservation Service, USDA, SCS - TP 96, February, 1952.
- DECKER, W.L. Total Energy Budget of the Plant Canopy and its Relationship to Evapotranspiration From Corn Missouri Agricultural Experiment Station. Research Bulletin 854, 22p. 1964.
- DENMEAD, O.T. and SHAW, R.H. Evapotranspiration in Relation to the Development of the Corn Crop. Agron. J. 51 (12): 725-726. 1959.
- , ————— Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agron. J. 54(5): 385-389. 1962.
- DOSS, B.D., BENNETT, C.L. and ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by Irrigated Corn 54(6): 497-498. 1962.
- DOSS, B.D. ASHLEY, D.A. and BENNETT, C.L. Effect of Moisture Regime and Stage of Plant Growth on Moisture Use by Cotton, Soil Sci. 98(3): 156-160. 1964.

- DOSS, B.D., BENNET, O.L. and ASHLEY, D.A. Moisture Use by Forage Species as Related to Pan Evaporation and Net Radiation. Soil Sci. 98(5):322-327. 1964.
- ECKERN, P.C. Evapotranspiration by Bermud grass Sod. Agron. J. 58(4): 387-390. 1966.
- FRITSCHEN, L.J and SHAW, R.H. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. Agron. J. 53:149-150. 1961.
- , ————— Transpiration and Evapotranspiration of Corn as Related to Meteorological Factors. Agron. Jour. 53(2): 71-74. 1961.
- GARDNER, W.R. Dynamic Aspects of Soil-Water Availability to Plants. Annual Rev. Plant Physiol. 16:323-346. 1965.
- LEMON, E.R., GLASSER, A.H. and SATTEWHITE, L.E. Some Aspects of the Relationship of Soil, Plant, and Meteorological Factors to Evapotranspiration. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 21(5): 464-468. 1957.
- MAKKINK, G.F. Ekzamen o de la formula de Penman. Neth. J. Agric. Sci. 5: 290-305. 1957.
- MARLAT, W.E. The Interactions of Microclimates Plant Cover and Soil Moisture Content Affecting Evapotranspiration Rates. Department of Atmospheric Science. Colorado State University. Paper n^o 23. 13p. CER 61 WEM 67 Nov. 1961.
- NAMKEN, L.N., GERARD, C.J. and BROWN, R.G. Evapotranspiration of Cotton and Estimation Methods. 69(1): 4-7. 1968.
- PENMAN, H.L. Evaporation: An introductory survey. Netherlands J. Agr. Sci. 4: 9-29. 1956.

TANNER, C.B. and LEMON, E.R. Radiant Energy Utilized in Evapotranspiration. Agron. J. 54: 207-212. 1962.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward rational classification of climate. The geograph Rev. 38: 55-94. 1948.

UHLAND, R.E. Physical properties of soils as modified by crops and management. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14:361-366. 1949.

U.S. WEATHER BUREAU. Instructions for the Installation and operation of class A evaporation stations. Circ. L. 1919.

Van BAVEL, C.H.M. Lysimetric Measurements of Evapotranspiration Rates in the Eastern United States. Agron. J. 25(2): 138-141. 1961.

VEIHMEYER, F.J. An improved Soil sampling tube. Soil Sci. 27(2) 147-152. 1929.

VEIHMEYER, F.J. and HANDRICKSON, A.H. Soil Moisture in Relation to Plant Growth. Trans. Am. Geophys. Union 36: 425-448. 1955.

(+) Abreviaturas de acordo com: "World List of Scientific Periodicals: 1900-1960". 4th ed. London, Butterworths, 1963 - 1965. 3 vol.

- PRUITT, W.O. and JENSEN, M.C. Determining When to Irrigate. Agric. Eng. 36(4): 389-393. 1955.
- PRUITT, W.O. Relation of Consumptive Use of Water to Climate. 3(1): 9-13, 17. Ame. Soc. of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. 1960.
- RANZANI, G., FREIRE, O e KINJO, T. Carta de solos do Município de Piracicaba C.E.S. ESALQ, Piracicaba, SP. 1966.
- RICHARDS, L.A. Pressure-membrane apparatus, construction, and use. Agr. Eng. 28: 451-454. 1947.
- RICHARDS, L.A. and WADLEIGH, C.H. Soil water and plant growth. Chap. 3. Soil Physical Conditions and Plant Growth. Academic Press Inc. New York. 1952.
- SKIDMORE, E.L., JACOBS, H.S. and POSWERS, W.L. Potencial Evapotranspiration as Influenced by wind. Agr. J. 61 (4): 543-546. 1969.
- SLATYER, R.O. Methodology of a water balance study conducted on a desert woodland (Acacia anema F. Mcell) Community in central Australia. Unesco Arid Zona Res. 16: 15-26. 1967.
- STANHILL, G. A comparison of Methods of Calculating Potencial Evapotranspiration from Climatic Data. Israel J. Agric. Res. 11 (3-4): 159-171. 1961.
- The Control of field irrigation practice from measurements of evaporation. Israel J. Agric. Res. 12(2): 51-62. 1962.
- Potential evapotranspiration at Caesarea. Israel J. Agric. Res. 14(4): 129-135. 1964.
- TANNER, C.B. Energy Balance Approach to Evapotranspiration from Crops. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 24(1): 1-9. 1960.