

# AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES HÍDRICAS DAS CULTURAS DE GLADIÓLOS E DE CEBOLA

ANTONIO EVALDO KLAR  
Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. GUIDO RANZANI

*Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura «Luiz de Queiroz» pa-  
ra obtenção do Título de «Magister  
Scientiae»*

PIRACICABA  
Estado de São Paulo  
- 1972 -

*A meus pais*

GRATIDÃO

*A minha esposa e a  
minha irmã*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

O A. consigna seus agradecimentos sinceros:

ao Orientador, Prof. Dr. Guido Ranzani, pelo irrestrito apoio e estímulo no presente estudo e nos cursos ministrados. Pela gentileza nas análises e interpretações de solo no Departamento que dirige;

aos Profs. Drs. Salim Simão e Jairo Ribeiro de Mattos pelas oportunas sugestões e indispensáveis cessões de materiais essenciais à elaboração do presente trabalho;

ao Prof. Dr. Justo Moretti Filho, pelas facilidades de laboratório e sugestões propostas;

aos Profs. Drs. Nilson A. Villa Nova, Otávio Freire, A. S. de Oliveira, R. Scardua e Zilmar Z. Marcos pelas colaborações prestadas;

ao Prof. Roland Vencovsky pela segura orientação nas análises estatísticas;

à Sr<sup>a</sup> Tekla Eunice Klar e Sr. Alcides A. Corvino pela colaboração na confecção do presente trabalho;

à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e a todos quantos de uma maneira ou de outra concorreram para a realização deste trabalho.

## C O N T E Ú D O

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. O conceito de evapotranspiração potencial.....	3
2.2. Métodos para estimativa da evapotranspiração poten- cial .....	4
2.2.1. Métodos de balanço d'água.....	4
2.2.1.1. Medições de umidade do solo.....	4
2.2.1.2. Lisímetros .....	5
2.2.2. Métodos baseados no balanço de energia.....	5
2.2.3. Métodos aerodinâmicos baseados no transporte turbulento do vapor de água .....	6
2.2.4. Relações climatológicas empíricas .....	6
2.2.4.1. Método de Thornthwaite .....	7
2.2.4.2. Método de Blaney-Criddle .....	7
2.2.4.3. Método de Penman .....	8
2.2.4.4. Método de Penman-Bavel .....	9
2.2.4.5. Outras relações empíricas .....	9
2.2.5. Métodos baseados em tanques de evaporação ou evaporímetros .....	10
2.3. Disponibilidade da água do solo para as plantas.....	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
3.1. Solo .....	13
3.1.1. Características morfológicas.....	13
3.1.2. Propriedades físicas .....	14

	Página
3.2. Clima .....	15
3.3. Culturas estudadas .....	16
3.3.1. Cultura da cebola .....	16
3.3.2. Cultura de gladiolos .....	18
3.4. Umidade do solo e irrigação .....	20
3.5. Delineamento experimental .....	20
3.6. Evapotranspiração .....	21
3.7. Análise estatística dos resultados .....	22
4. RESULTADOS .....	24
4.1. Cultura de gladiolos .....	24
4.1.1. Produção de flores, desenvolvimento vegeta - tivo e precocidade .....	24
4.1.2. Produção de bulbos .....	33
4.1.3. Evapotranspiração .....	37
4.2. Cultura da cebola .....	46
4.2.1. Produção, desenvolvimento vegetativo e preco - cidade .....	46
4.2.2. Evapotranspiração .....	51
5. DISCUSSÃO .....	62
5.1. Produção, desenvolvimento vegetativo e precocidade..	63
5.1.1. Produção .....	63
5.1.2. Desenvolvimento vegetativo .....	66
5.1.3. Precocidade.....	67
5.2. Evapotranspiração .....	67
5.2.1. Evapotranspiração real .....	68
5.2.2. Evapotranspiração potencial .....	70
5.2.2.1. Método de Penman .....	70
5.2.2.2. Método de Thornthwaite .....	72
5.2.2.3. Método de Penman-Bavel .....	73
5.2.2.4. Método de Blaney-Criddle .....	74
5.2.3. Evaporação medida pelo tanque Classe "A"....	74

	Página
6. CONCLUSÕES .....	77
7. RESUMO .....	80
8. SUMMARY .....	82
9. BIBLIOGRAFIA CITADA .....	84

## 1. INTRODUÇÃO

A determinação de quando e como irrigar é problemática, pois, além das considerações sobre as condições de solo e planta, as naturais alterações climáticas têm amplo envolvimento no uso de água pelas plantas.

O solo é um sistema complexo onde numerosos fatores intervêm para prover o meio de desenvolvimento das plantas, sendo que os vegetais, mais facilmente, utilizam os nutrientes se as condições de umidade do solo forem favoráveis.

As diversas espécies vegetais apresentam comportamento distinto com relação ao uso da água, variando em suas reações quando na sua falta ou excesso; o que é expresso pelas alterações fisiológicas que influem no padrão de crescimento e, conseqüentemente, no rendimento. Nestas condições, há um intervalo ótimo de umidade do solo em que as plantas se configuram em condições de melhor desenvolvimento, no que, também, influem, substancialmente, as condições climáticas.

Variações na demanda evaporativa da atmosfera podem reduzir o potencial de água na planta e aumentar o gradiente de potencial de água do solo para a planta, influenciando, por conseguinte, no balanço interno de água do vegetal.

Sendo a evapotranspiração um dos parâmetros climáticos essenciais para a agricultura, a literatura tornou-se vasta na metodologia para sua determinação. A escolha do método depende da finalidade e dos recursos técnicos e materiais disponíveis. Assim, certos métodos mais simples, embora empíricos e fisicamente imperfeitos, atingem seus objetivos, equacionando determinados problemas, sem contraposição com outros, embora mais perfeitos, porém, apresentando-se onerosos ou trabalhosos.

O presente trabalho objetiva uma contribuição para a determinação das necessidades de água das culturas de gladiólos e da cebola, em condições específicas de solo e clima, bem como, avaliar métodos de fácil aplicação para a determinação da evapotranspiração potencial (EP), aplicáveis à obtenção das estimativas das taxas de evapotranspiração real (ER) das culturas estudadas.

Este trabalho inclui-se num plano de pesquisa a longo prazo, pretendendo-se a continuação dos estudos aqui desenvolvidos.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O conceito de evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial foi primeiramente definida por THORNTHWAITE (1944) como, "a perda máxima de água de um solo vegetado, sem déficit hídrico, num determinado período". Em 1954, num reexame, constatou que há necessidade de serem consideradas certas condições climáticas e de planta, como o albedo da superfície evaporante.

Em Wageningen, Holanda, na "Reunião sobre Física na Agricultura", em 1955 (STANHILL, 1965), a EP foi definida como "a perda máxima de água, na fase gasosa, para uma unidade de tempo, de uma cobertura vegetal, abundante, uniforme, de baixa altura, em fase de crescimento ativo, cobrindo totalmente uma extensa superfície e sem déficit de água". PENMAN, 1956, acrescentou o albedo da superfície que depende do solo e da cobertura vegetal, introduzindo um fator de correção que varia com as propriedades óticas e físicas da superfície vegetada (cor, grau de recobrimento e arquitetura espacial da cultura).

MONTENY (1972) acrescenta, ainda, que a EP deve ser estimada através de um conjunto de espécies vegetais susceptíveis de se desenvolverem em determinada região, ou seja, com espécies bem adaptadas às condições climáticas locais. Esta assertiva é uma confirmação da desenvolvida por BOUCHET e ROBELIN (1969).

## 2.2. Métodos para estimativa da evapotranspiração potencial

A confiança nos cálculos da quantidade de água consumida pelas plantas está condicionada à validade do método para as condições em que será empregado. Inúmeros surgiram e podem ser conjugados na seguinte classificação, entre outras: métodos de balanço de água; métodos baseados no balanço de energia; métodos aerodinâmicos baseados no transporte turbulento de vapor de água e . relações climatológicas empíricas.

### 2.2.1. Métodos de balanço de água

Estes métodos são, normalmente, onerosos e trabalhosos. Entre eles podem ser citados: os lisímetros e as medições de umidade do solo. As variações consideradas, segundo SLATYER, 1967, envolvem: a água incorporada ao solo por precipitação ou irrigação; o deflúvio superficial e sub-superficial; a água perdida para a atmosfera, ou seja, a evapotranspiração; o fluxo descendente de água até uma profundidade considerada e a variação do teor de umidade do solo num determinado intervalo de tempo.

#### 2.2.1.1. Medições de umidade do solo

Este método se desenvolve através de medições do teor de umidade do solo num determinado período de tempo, proporcionando indicações da água consumida. De acordo com TAYLOR, 1962, tais determinações devem ser cuidadosas, pois estão associadas a fontes de erros como a seleção do método e do número e local das amostras. Para maior confiança convém desenvolver um número razoável de amostras a fim de diminuir o erro, que segundo TAYLOR, 1962, foi da ordem de 11% nas pesquisas por ele desenvolvidas.

### 2.2.1.2. Lisímetros

Os lisímetros têm se prestado, além de serem utilizados para avaliar a evapotranspiração, como referência na análise com probatória de outros métodos (TANNER, 1968). Porém, para atingirem tais objetivos, devem ser cuidadosamente construídos e instalados, envolvendo, adequadamente, as condições mesológicas que irão representar (SLATYER, 1967). KING et al (1956), relataram que a determinação da evapotranspiração por lisímetros deve configurar uma superfície indistinguível da área circundante, igualmente vegetada e com as mesmas características microclimáticas. Estes cuidados limitam sua prática, apenas, para observatórios meteorológicos especializados.

### 2.2.2. Métodos baseados no balanço de energia

O fator climático primordial para a determinação das necessidades de água de uma cultura é a energia disponível para evapotranspiração. De acordo com SUOMI e TANNER (1958) a evapotranspiração de uma cultura pode ser avaliada pela energia solar disponível na interface ar - terra.

O método do balanço de energia considera a somatória dos parâmetros energéticos envolvidos, tomando-se por base uma superfície dada (SLATYER, 1967) e envolve: o fluxo de calor sensível por convecção (H); o calor latente de vaporização (L); o fluxo de vapor de água (E); o fluxo de calor para o solo (G); o coeficiente de armazenamento de energia química do vegetal (a); a massa vegetativa total (A) e a radiação líquida (Rn) que é a diferença entre as radiações recebidas e emitidas:

$$R_n + H + LE + G + aA = 0$$

A predominância ou importância de cada termo no balanço de energia varia de acordo com a finalidade proposta (SLATYER, ... 1967 e ROSEMBERG et al, 1968).

Com relação à sua utilização, este método apresenta boa precisão na determinação da evapotranspiração (DENMEAD e McILROY, 1970). Porém, apresenta, em termos práticos, o inconveniente de necessitar equipamentos onerosos e sensíveis, além dos cuidados indispensáveis na sua utilização.

### 2.2.3. Métodos aerodinâmicos baseados no transporte turbulento do vapor de água

O processo baseia-se no fluxo ascendente de vapor de água para a atmosfera.

Diversos autores desenvolveram fórmulas utilizando o princípio de que a taxa de evapotranspiração é proporcional ao gradiente vertical de pressão de vapor e à turbulência das camadas de ar próximas à superfície (SUTTON, 1934, PASQUILL, 1949, THORNTHWAITE e HOLZMAN, 1939, ROSEMBERG et al, 1968, além de outros).

Neste método, se torna necessária a introdução de correlações de estabilidade, relativas à convecção térmica da superfície, o que dificulta a sua aplicação (THORNTHWAITE, 1948). Além disso, ROSEMBERG (1969) admitiu dificuldades de ordem experimental para a aplicação do método.

### 2.2.4. Relações climatológicas empíricas

Com o intuito de facilitar os cálculos nas avaliações de EP, numerosos autores se utilizaram de cálculos resultantes de ajustes estatísticos, leis físicas e dados climatológicos facilmente acessíveis. As fórmulas empíricas têm tido grande difusão, pela fácil aplicação, por serem baseadas em informações simples e normalmente disponíveis. A utilização de uma ou outra num determinado local depende, dentre outros fatores, das condições mesológicas em que foram desenvolvidas (PIZARRO e VALVERDE, 1969). Nesta revisão serão

configuradas, apenas, as mais convenientes e utilizadas.

#### 2.2.4.1. Método de Thornthwaite

THORNTHWAITE, 1948, considera a temperatura média diária como um bom índice de energia numa zona de equilíbrio, condicionando a água evapotranspirada a uma área completamente coberta por vegetação, sem déficit de umidade. A equação de Thornthwaite deriva da correlação de dados de evapotranspiração, medida em evapotranspirometros e em bacias hidrográficas, com dados de temperatura média diária do ar e da duração do dia. Sendo uma equação complexa, CAMARGO (1966) desenvolveu um monograma que facilitou sobremaneira a sua utilização.

Diversos autores desenvolveram trabalhos com a utilização deste método, entre eles, pode-se citar o de DECKER (1962).

O confronto das curvas de precipitação e de evapotranspiração potencial é um indicador das disponibilidades hídricas anuais. A avaliação consiste em contabilizar a água no solo envolvendo aquelas duas variáveis, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo (THORNTHWAITE e MATHER, 1955). Em 1957, estes mesmos autores publicaram tabelas considerando a profundidade radicular de diversas culturas, bem como, a textura do solo, influenciando na quantidade de água a ser armazenada no solo.

RANZANI (1972) em seu trabalho "Marcha Anual de Água Disponível no Solo" ampliou as possibilidades destas avaliações incluindo as variáveis inerentes ao fator solo. Este é um eficiente modificador das condições climáticas presentes (RANZANI, 1967).

#### 2.2.4.2. Método de Blaney-Criddle

BLANEY e CRIDDLE (1950) desenvolveram este método no

oeste dos Estados Unidos da América do Norte. Baseia-se na temperatura média mensal e num fator ligado ao comprimento do dia. Na fórmula há um coeficiente empírico mensal que depende da cultura e da região. Introduziram o termo "usō consuntivo" que é sinônimo de evapotranspiração real e vem a ser a soma dos volumes de água utilizados em determinada área em transpiração, interceptação e formação de tecidos das plantas, assim como, na evaporação do solo adjacente num dado tempo.

Entre os autores que utilizaram este método, pode-se citar CAMARGO (1966) que, inclusive, adaptou-o às condições do planalto paulista e às unidades do sistema métrico decimal e à escala termométrica centígrada.

#### 2.2.4.3. Método de Penman

Entre os métodos utilizados surge, como dos mais completos, o de PENMAN (1948) que, pela sua eficácia, foi recomendado por uma junta de trabalho organizada pela FAO e IAEA (1966). A equação proposta por Penman se constitui de dois termos, um aerodinâmico semiempírico e outro de balanço de energia. Apesar das aproximações, este método tornou-se satisfatório, quando comparado com determinações realizadas em lisímetros bem conduzidos. STANHILL (1961), ROSEMBERG (1969), TOVEY et al (1969), além de outros autores, encontraram resultados contraditórios, ora com estimativas precisas, ora subestimadas, ora superestimadas. BAHRANI e TAYLOR, 1961, atribuíram aos efeitos advectivos, os resultados que apresentaram discrepância. Além disso, o método de Penman foi desenvolvido em condições úmidas, onde o efeito da energia advectiva não oferecia consistência.

Apesar de se apresentar como dos mais eficientes, configura desvantagens, como a de necessitar determinações de alguns parâmetros meteorológicos, normalmente não encontrados em observatórios comuns e de ser bastante trabalhoso, fazendo com que surgissem solu-

ções visando reduzir estes fatores adversos como as resoluções gráficas de PURVIS (1961) e VILLA NOVA (1967).

#### 2.2.4.4. Método de Penman-Bavel

BAVEL (1956) propôs uma simplificação do método de Penman, através de um nomograma simples, partindo da radiação solar recebida no topo da atmosfera, da insolação relativa e da temperatura média do ar. CAMARGO (1966) adaptou o nomograma para unidades métricas e escala termométrica centígrada. Este autor encontrou significativa correlação do método, com evapotranspirômetros.

#### 2.2.4.5. Outras relações empíricas

Alguns métodos foram propostos, tendo, por base, outros parâmetros meteorológicos. Os baseados na umidade relativa do ar que é correlacionada ao fluxo evaporativo, leva desvantagem em relação aos que usam a temperatura média do ar, por ser um dado menos disponível, além de apresentar baixa correlação com a radiação solar (TANNER, 1968).

Os métodos baseados na radiação solar ou na radiação líquida apresentam boas correlações com a evapotranspiração. JENSEN e HAISE (1963) e MARKING (1957) consideram, em seus métodos, a radiação global e a temperatura média diária, baseados no princípio de que a principal fonte de energia para evapotranspiração se origina da radiação solar. DOSS et al (1964), PELTON et al (1960), além de outros, verificaram correlações significativas entre a evapotranspiração e a radiação líquida. Saliente-se que este processo apresenta o inconveniente de envolver dificuldades na obtenção dos dados climatológicos para sua aplicação.

### 2.2.5. Métodos baseados em tanques de evaporação ou evaporímetros

As avaliações da evapotranspiração através de evaporímetros de dimensões padronizadas têm sido cada vez mais utilizadas, sendo o denominado "U.S. Weather Bureau Class A" (1919) o mais disseminado e utilizado. A Comissão de Instrumentos e Métodos de Observação (CIMO), estabelecida pela W.M.O., o recomenda para determinação da evaporação (PLATT e GRIFFITS, 1965). STANHILL (1961) analisou oito métodos para estimar EP comparando-os com lisímetros, concluindo que a Classe A é o mais prático, econômico e preciso. Em trabalho subsequente, STANHILL (1962) mostrou que a ER de certas culturas, no melhor tratamento de umidade, foi altamente correlacionada com a evaporação ( $E_o$ ) do tanque Classe A.

Tais correlações são significativas porque os evaporímetros envolvem um complexo de fatores meteorológicos que afetam a evapotranspiração de uma cultura, com algumas distinções específicas como; albedo, disponibilidade de água, etc. (FRITSCHEN e SHAW, 1961). Tal fenômeno é um fato e GORNAT et al (1971) verificaram que as alterações no coeficiente de conversão entre evapotranspiração e evaporação pelo tanque Classe A ( $ER/E_o$ ) foram mais devidas às variações na demanda evaporativa da atmosfera e no teor de umidade do solo que as da própria vegetação. Estes autores encontraram correlações positivas entre ER e  $E_o$ , o mesmo ocorrendo nos trabalhos desenvolvidos por PRUIT e JENSEN (1955), DENMEAD e SHAW (1959), DOSS et al (1962), STANHILL (1964), EKERN (1966), SLATYER (1967), KALMA e STANHILL..... (1970) além de outros.

### 2.3. Disponibilidade da água do solo para as plantas

A disponibilidade de água às culturas de há muito vem preocupando os pesquisadores. Já em 1927, VEIHMEYER e, em 1928, RI-



RICHARDS formularam teorias contraditórias, baseadas em dados experimentais, porém, configurando-as, principalmente, nas propriedades físicas do solo. Outros autores estudaram o assunto, que devido à sua complexidade formaram correntes definidas de opiniões contrastantes. Entre eles pode-se citar THORNTHWAITE (1954), VEIHMEYER e HENDRICKSON (1955), RICHARDS e WADLEIGH (1952), BAVEL (1955), HAGAN et al (1956) e PIERCE (1958).

LEMON (1956) configura o processo de evaporação em três estágios: o primeiro, dependente, apenas, das condições evaporativas da atmosfera, ocorrendo nos potenciais mais elevados de umidade do solo; o segundo, que se caracteriza pela adição das forças energéticas de retenção de água do solo, portanto, a potenciais mais baixos que no estágio anterior e o terceiro, com a maior queda nos teores de umidade do solo, envolvendo, só, a dependência das características de retenção de umidade do solo. BAHRANI e TAYLOR (1961), HOLMES e ROBERTSON (1959 e 1963), VISSER (1963 e 1964) e outros autores comprovaram os estudos de Lemon, porém, devem ser salientados, os devidos a DENMEAD e SHAW (1962) que trabalhando com plantas de milho em lisímetros, chegaram à conclusão de que o primeiro estágio é tanto maior, quanto menor for a demanda evaporativa atmosférica.

SLATYER (1967) acentua que o crescimento só ocorre quando o balanço hídrico interno na planta é favorável, correspondendo a períodos de alto potencial de água na planta, portanto, coincidindo com o primeiro estágio aludido nos trabalhos de DENMEAD e SHAW (1962), quando o suprimento de água é igual a evapotranspiração. Acrescente-se que as espécies vegetais variam na sua facilidade em absorver água, para manter o balanço hídrico interno favorável ao crescimento (SALIM e TODD, 1965) e que os vários caracteres relacionados ao crescimento variaram em suas respostas às diferentes variações nos potenciais de umidade do solo (HAGAN et al, 1957).

ERWIN e HABER, 1934, CURRY, 1937 e 1941, DRINKWATER e JANES, 1955, SINGH e ALDERFER, 1966, KLAR, 1967 e KLAR, KIMOTO e SIMÃO, 1971, estudando diversos níveis de irrigação aplicados à cultura da cebola, concluíram que há resposta favorável a altos potenciais de umidade do solo no que se relaciona ao crescimento e produção.

Trabalhando com a cultura de gladiolos, HALEVY (1962) e SHILLO e HALEVY (1964) concluíram que a produção de bulbos era menos susceptível que a de flores, a baixos potenciais de umidade do solo e que a qualidade das flores melhorou com a manutenção de teores elevados de umidade do solo.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos desenvolvidos no presente trabalho foram conduzidos nos campos experimentais do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 22°42'30" Sul e Longitude 47°38'00" Oeste, com altitude de 576 metros.

#### 3.1. Solo

Os ensaios foram conduzidos num solo classificado e mapeado pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), ao nível de grande grupo, como pertencente à unidade taxonômica Latossolo Vermelho Escuro e a unidade de mapeamento Latossolo Vermelho Escuro-Orto. RANZANI et al (1966) classificaram-no e o denominaram Série Luiz de Queiroz, ao executarem o levantamento detalhado do município de Piracicaba.

No local em que foram instalados os ensaios, o solo se apresenta com uma declividade em torno de seis por cento. Em virtude de não ser um perfil modal e sim, decapitado, o Departamento de Solos e Geologia da ESALQ caracterizou-o, especificamente, e o estudo do perfil apresentou as características morfológicas e físico-mecânicas dadas a seguir.

##### 3.1.1. Características morfológicas

Ap 0-15 cm: vermelho-escuro (10R 3/4, 3/2), barro argiloso; blocos

subangulares, médios a pequenos, moderadamente forte a forte; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade moderada, comum; raízes fasciculadas, finas, comuns; galerias biológicas, comuns; transição ondulada, clara.

B<sub>21</sub> 15-100 cm: vermelho (1OR 3/4, 3/3); argila; blocos subangulares, médios, forte; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; cerosidade forte, abundante; raízes fasciculadas, comuns; galerias biológicas, comuns; transição suave, clara.

B<sub>22</sub> 100-140+cm: vermelho escuro (1OR 3/6); argila; blocos subangulares, médios, moderada; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; cerosidade moderada, comum; raízes finas, escassas; galerias biológicas, poucas.

### 3.1.2. Propriedades físicas

A análise físico-mecânica do perfil, também realizada pelo Departamento de Solos e Geologia da ESALQ, encontra-se no QUADRO 1, bem como, os pesos específicos aparente e real e os valores relativos à capacidade de campo.

A capacidade de campo foi definida por VEIHMAYER e HENDRICKSON, em 1931 e ocorre quando a taxa de drenagem se torna reduzida, após uma chuva ou irrigação, ou seja, o solo está, aproximadamente, com sua máxima capacidade de retenção. Tendo em vista que a água do solo está em constante movimento e que a drenagem de um solo pode continuar por muitos dias após a irrigação, o valor da capacidade de campo não é constante e precisa, porém, devido à sua simplicidade tem sido útil no manejo e práticas de irrigação (MILLER e AARSTAD, 1971). No presente trabalho se determinou a capacidade de campo pelo "método do caixão", encontrando-se os valores constantes no QUADRO 1 às profundidades relativas à efetividade das raízes das culturas estudadas.

QUADRO 1 - Análise físico-mecânica, capacidade de campo, pesos específicos aparente e real do perfil do solo

Análise físico mecânica:				
amostra	argila %	areia %	limo %	classe textural
Ap	59,5855	35,5700	4,8445	argila
B21	61,2850	33,0795	5,6355	argila
B22	63,3630	21,3755	14,6615	argila

amostra	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )		Capacidade de campo (c.c.) (%)	
	aparente	real		
Ap	1,60	2,80	23,50 (0-15 cm)	
B21	1,53	2,79	23,78 (15-50 cm)	
B22	1,41	2,67	- -	

Através da placa e membrana de pressão (RICHARDS,.... 1947), determinou-se a curva característica de umidade do solo (Figura 1) visando colocar os teores de água em termos energéticos. Embora, para a determinação da curva, seja necessária a utilização de amostras levadas em laboratório, esta interferência na estrutura do solo só é consistente nos potenciais máximos elevados de umidade do solo (RICHARDS e WADLEIGH, 1952).

### 3.2. Clima

Segundo RANZANI et al (1966) o clima do município de Piracicaba é do tipo mesotérmico, Cwa, isto é, subtropical úmido com estiagem no inverno; as chuvas do mes mais seco não atingem a 30 mm e a temperatura do mes mais quente é superior a 22°C enquanto a do mes mais frio é inferior a 18°C.

Os dados climatológicos necessários à presente pesquisa, foram coletados nos postos meteorológicos dos Departamentos de

Física e Meteorologia e de Engenharia Rural desta Escola, situados a, aproximadamente, 1000 e 150 m, respectivamente, do local dos ensaios.

### 3.3. Culturas estudadas

No presente estudo foram utilizadas duas culturas (cebola e gladiolos) cujos períodos de desenvolvimento, em parte, coincidem.

#### 3.3.1. Cultura da cebola

Utilizou-se de uma linhagem da variedade Baía Perifor me Precoce introduzida e selecionada no Departamento de Genética desta Escola. O espaçamento empregado, conforme DIAS, 1966, foi de 0,50 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. A semeadura foi feita em alfobre e as mudas transplantadas quando apresentavam diâmetro de 0,07 m, aproximadamente.

Conforme indicações do Departamento de Agricultura e Horticultura, da ESAIQ, a adubação constou de uma aplicação básica no sulco, de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, na proporção de 5:13:8, com 100 g por metro linear de sulco.

As características estudadas na cultura foram:

a) produção: para análise de produção foram utilizadas as variáveis relativas à própria produtividade, aqui dada em kg/ha, à incidência de perfilhos e a de cebolões.

Com respeito à formação do bulbo de cebola, TORRES (1951) classificou as plantas em três categorias:

- plantas com bulbos normais: compreendendo aquelas que tiveram um desenvolvimento normal, apresentando, no final do ciclo, o secamento da parte aérea, com formação de bulbos bem desenvolvidos;

- plantas com bulbos mal desenvolvidos : abrangendo

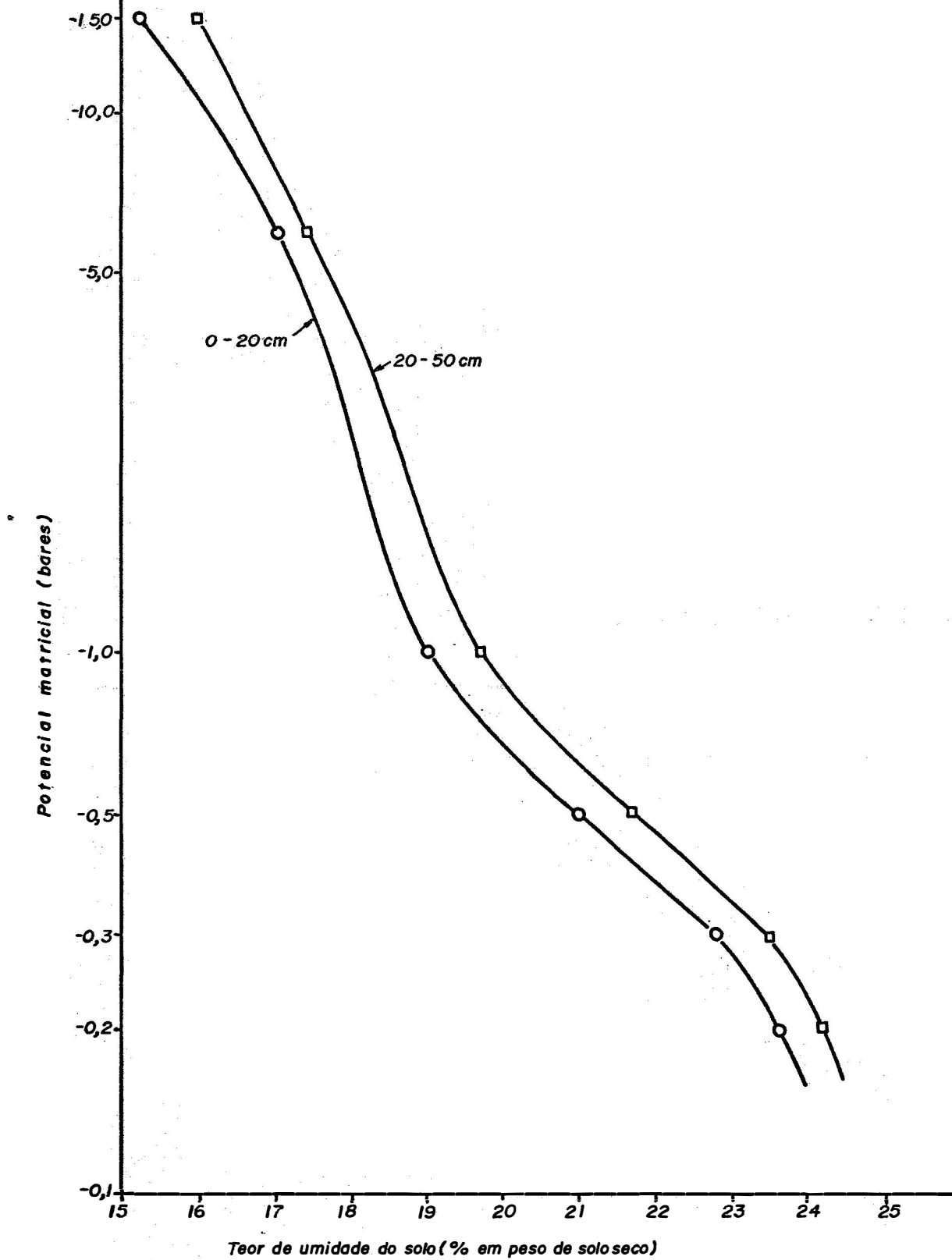


Fig.1 - Curvas características de umidade do solo nas camadas 0-20 e 20-50 cm.

aquelas cujos bulbos não chegaram a alcançar um desenvolvimento completo, tendo como característica principal o engrossamento do talo que permanece sem secar;

- plantas sem formação de bulbos : compostas daquelas que, não chegando a formar bulbo, permanecem como as da categoria anterior com a parte aérea ereta, sem secar completamente.

Alguns autores denominaram as plantas das duas últimas categorias, respectivamente, de cebolões e charutos. No presente estudo, foram agrupadas sob a denominação de cebolões, simplesmente.

Os perfilhos ou perfilhamentos são bulbos agrupados, dois ou mais, provenientes de uma mesma planta.

b) desenvolvimento vegetativo: esta variável foi avaliada através do peso das folhas, transformadas em kg/ha.

c) precocidade: a avaliação do ciclo de maturação, sob influência dos tratamentos conduzidos, se desenvolveu analisando se as duas colheitas iniciais (das quatro conduzidas) ocorridas nos dias 21 e 25 de setembro, transformadas em porcentagem.

### 3.3.2. Cultura de gladiolos

Com relação a esta cultura se utilizou a variedade de "Snow Princess", com plantio de bulbos uniformes e selecionados, de diâmetro 1,5 a 2 polegadas que, segundo a escala internacional, recebem o número 2 (SOUZA, 1959).

Segundo as recomendações de SOUZA (1959), se promoveu o plantio em sulcos de 0,10 a 0,12 m de profundidade, com espaçamento entre sulcos de 0,50 m e, 0,05 m entre plantas.

A adubação adotada constou de sulfato de amônio, super



fosfato simples e cloreto de potássio na proporção de 6:10:6, com 80 g por metro linear, sendo que, da quantidade prescrita do adubo nitrogenado, metade foi aplicada como adubação básica e a outra metade de 40 dias após o plantio conforme indicações do Departamento de Agricultura e Horticultura.

Na cultura de gladiólos se visam a produção de flores e a de bulbos:

a) produção de flores: a avaliação foi desenvolvida analisando-se o número médio de flores por planta, o comprimento médio do segmento floral, medido da primeira flor (basal) até o último botão floral e a altura total das plantas. Segundo SOUZA (1959), a qualidade das flores de gladiólos pode ser estimada pela produção de flores por haste e pelo comprimento desta;

b) desenvolvimento vegetativo: a estimativa desta variável desenvolveu-se pela altura média total das plantas;

c) precocidade: outro parâmetro importante para esta cultura é a colocação das flores no mercado em épocas favoráveis. Assim, avaliou-se a influência dos tratamentos impostos, analisando-se a porcentagem de flores produzidas no dia 31 de outubro.

d) produção de bulbos: segundo SOUZA (1959), os bulbos são comercialmente fornecidos segundo uma escala internacional, baseada no seu diâmetro, em polegadas:

Jumbo: maior que 2 polegadas

Nº 1 : 1 1/2 a 2 polegadas

Nº 2 : 1 1/4 a 1 1/2 polegadas

Nº 3 : 1 a 1 1/4 polegadas

Nº 4 : 3/4 a 1 polegada

Nº 5 : 1/2 a 3/4 polegada

Nº 6 : 3/8 a 1/2 polegada

bulbilhos: menores que 3/8 polegada.

No presente trabalho, para análise de produção, foram estudadas as variáveis relativas ao peso médio de bulbos por planta e ao número de bulbos por planta.

#### 3.4. Umidade do solo e irrigação

As determinações do teor de umidade do solo foram realizadas através do método gravimétrico padrão, com os resultados dados em relação ao peso seco em estufa. As amostragens eram desenvolvidas com base diária com exceção dos dias de chuva, às profundidades 0-15 e 15-50 cm, entre o sulco de irrigação e a linha de plantio, em três locais por tratamento.

Adotou-se o método de irrigação por sulcos de infiltração, tendo, estes, as dimensões aproximadas de 0,10 m de profundidade e 0,20 m de largura. A capacidade de infiltração, necessária para a determinação da quantidade de água a ser incorporada e do tempo de irrigação foi estimada pelo método proposto por CRIDDLE et al (1956).

#### 3.5. Delineamento experimental

Os ensaios foram delineados em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos se diferenciaram pela variação dos potenciais de umidade do solo, desde as imediações da capacidade de campo até os limites médios seguintes:

Tratamento 4 :	- 0,5 bar	(21,5% umidade)
Tratamento 3 :	- 1,0 bar	(19,5% umidade)
Tratamento 2 :	- 6,0 bares	(17,5% umidade)
Tratamento 1 :	-15,0 bares	(15,5% umidade)

Cada uma das parcelas componentes do ensaio com a cul

tura da cebola era constituída por uma linha com 170 plantas, separada por duas linhas de idêntico comprimento. Com relação à cultura de gladiolos, cada parcela recebeu 50 plantas. Tal diferenciação, quanto ao número de plantas, se fez pela falta de bulbos uniformes e selecionados de gladiolos, na ocasião de instalação do experimento.

O transplante das mudas do ensaio de cebola, ocorreu a 25 de maio de 1967 (SIMÃO, 1961) e o plantio dos bulbos de gladiolos a 26 de agosto do mesmo ano (SOUZA, 1959).

### 3.6. Evapotranspiração

A evapotranspiração real (ER) foi determinada através da variação do teor de umidade do solo (SLATYER, 1967). Os valores de ER ocorridos nos períodos de chuva intensa foram estimados através do coeficiente de conversão ER/EP, utilizando-se o método de Penman.

Desenvolveram-se as avaliações da evapotranspiração potencial (EP) através dos métodos de PENMAN (1948), com a utilização do método gráfico proposto por VILLA NOVA (1967), de THORNTHWAITTE (1948), de Penman-Bavel (BAVEL, 1956) e de BLANEY-CRIDDLE (1950).

As estimativas de evaporação ( $E_o$ ) foram proporcionadas por um tanque do tipo "U.S. Weather Bureau Class A" (1919). No presente trabalho, constou de um tanque cilíndrico de 1,21 m de diâmetro e 0,255 m de altura, com fundo plano, construído com chapa galvanizada de espessura igual à referência 22 (S.W.G.). Completaram-no um cilindro tranquilizador de 25 cm de altura e 10 cm de diâmetro, em cujo bordo se assentou um parafuso micrométrico de gancho, com capacidade para medir variações de 0,02 mm. No centro da base do tranquilizador havia um orifício de 6 mm de diâmetro, através do qual a água penetrava no seu interior. O tanque foi instalado sobre um es-

trado de madeira, assentado na superfície do solo, de maneira que o seu fundo ficou a 0,10 m acima desta. O tanque foi coberto com tela, construída na forma de um cilindro de 0,40 m de altura e 1,25 m de diâmetro com dois anéis de ferro de 1/4" de diâmetro, ligados entre si, por oito barras de ferro eqüidistantes de 1/4" de diâmetro e 0,40 m de comprimento. A tela foi construída de arame galvanizado 22 (S.W.G.), com malhas hexagonais de 1".

A utilização de telas diminui a taxa de evaporação, porém, é necessária para evitar a interferência de pássaros e outros animais que poderão influir no resultado. A bibliografia cita diversos trabalhos em que são feitas comparações entre tanques descobertos e cobertos com tela. STANHILL (1962) verificou que a tela causou uma redução de 10,4%. OLIVEIRA (1971) encontrou uma redução de 5,6% para as instalações utilizadas no presente trabalho.

As leituras de evaporação do tanque foram feitas às 7 horas, diariamente, acrescida da água da chuva, se ocorrida no intervalo e admitida como sendo a do pluviômetro. Em períodos de chuva muito intensa, a evaporação não foi computada. Os tanques eram recarregados com 25 mm de perda de altura de água, aproximadamente.

### 3.7. Análise estatística dos resultados

As observações referentes às diversas características estudadas nas culturas foram submetidas à análise da variância. A fim de melhor aquilatar o efeito dos tratamentos, complementou-se a referida análise por meio de regressão, isolando-se os efeitos linear, quadrático e cúbico. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

Para avaliar a precisão dos métodos de evapotranspiração potencial e evaporação medida para a estimativa da evapotranspi-

ração real, se utilizaram das análises de regressão e correlação lineares, dentro do primeiro e do segundo estágio e, também, para o ciclo inteiro das culturas. A significância do coeficiente de correlação foi obtida pelo teste "t".

Os processos estatísticos adotados são os expostos por PIMENTEL GOMES (1970).

## 4. RESULTADOS

Os resultados decorrentes dos tratamentos de diferentes potenciais de umidade do solo serão expostos nos QUADROS e Figuras que se seguem, sendo relatados, inicialmente, os referentes à cultura de gladiólos e, posteriormente, aqueles da cultura da cebola.

### 4.1. Cultura de gladiólos

As características relativas à produção de flores e de bulbos, desenvolvimento vegetativo e precocidade terão seus valores e respectivas análises configurados primeiramente, para em seguida serem expostos aqueles concernentes aos estudos de evapotranspiração.

#### 4.1.1. Produção de flores, desenvolvimento vegetativo e precocidade

Os resultados relativos a estas variáveis encontram-se nos QUADROS 2, 3 e 5 e Figuras 2, 3 e 5.

O desenvolvimento vegetativo foi avaliado pela altura média total das plantas (QUADROS 2 e 4 e Figuras 2 e 4).

O ciclo de maturação ou precocidade, sob os tratamentos conduzidos foram avaliados em termos de porcentagem, de plantas florescidas até o dia 31/10, conforme preconizado no capítulo anterior e a análise estatística realizada com os valores da porcentagem expressos em  $\text{arc sen } \sqrt{\frac{\%}{100}}$ , o que sucederá a todos os demais dados tomados em porcentagem. Os resultados e respectivas análises encontram-se nos QUADROS 6 e 7 e Figuras 2 e 6.

QUADRO 2 - Valores relativos ao número médio de flores por haste, comprimento médio da haste floral e altura média das plantas (Gla-díolos).

Bloco	Trat. (bar)	Nº médio de flores por planta	Altura média das plantas (cm)	Comprimento médio da haste floral (cm)
I	-15,0	10,66	113,89	33,53
	- 6,0	11,46	114,94	35,75
	- 1,0	12,10	119,22	39,00
	- 0,5	11,54	118,71	37,87
II	-15,0	10,98	106,96	30,34
	- 6,0	12,04	117,25	36,91
	- 1,0	12,00	120,15	37,75
	- 0,5	11,85	116,23	38,34
III	-15,0	10,86	103,72	30,11
	- 6,0	11,28	109,44	39,34
	- 1,0	12,00	111,95	34,28
	- 0,5	11,34	112,06	36,76
IV	-15,0	9,50	101,70	29,95
	- 6,0	10,98	117,07	37,46
	- 1,0	12,04	118,42	37,47
	- 0,5	11,50	120,54	39,70
médias	-15,0	10,50	106,57	30,98
	- 6,0	11,44	114,68	37,36
	- 1,0	12,04	117,74	37,12
	- 0,5	11,56	116,88	38,17
Teste F	Tratamentos	13,59**	10,82**	14,27**
	R. Linear	23,36**	24,35**	29,50**
	R. Quadrática	16,54**	8,03*	9,26*
	R. Cúbica	0,87	0,09	4,06
	d.m.s. 5%	0,77	6,76	3,89
	(Tukey) 1%	1,04	9,12	5,24
	C. V. %	3,06	2,68	4,89

\*\* - valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.

\* - idem a 5%.

QUADRO 3 - Frequência do número de flores por haste expressa em porcentagem (Gladiolos)

Nº de flores por planta	Tratamentos (bar)			
	-15,0	-6,0	-1,0	-0,5
5	0,7092	---	---	---
6	2,8369	0,4630	0,4717	---
7	2,1276	0,9259	---	---
8	7,0921	3,7037	0,4717	1,6574
9	12,0567	4,1666	5,6603	5,5248
10	14,8936	15,2777	11,7924	19,8894
11	26,9503	26,3888	21,2264	22,6519
12	14,1843	22,2222	22,6415	21,6469
13	13,4751	20,3703	21,6981	17,6795
14	4,9645	6,4814	11,7924	7,7348
15	0,7092	---	3,3018	3,3149
16	---	---	0,9433	---

QUADRO 4 - Frequência da altura média das plantas expressa em porcentagem (Gladiolos)

altura das plantas (cm)	Tratamentos (bar)			
	-15,0	-6,0	-1,0	-0,5
60 - 69	0,7092	---	---	---
70 - 79	---	---	0,9433	---
80 - 89	4,9645	1,8518	---	---
90 - 99	12,0567	6,0185	6,1320	3,3149
100 - 109	34,0425	18,0555	11,3207	13,2596
110 - 119	39,0070	37,9629	31,6037	39,7789
120 - 129	8,5106	32,8703	41,5094	40,3314
130 - 139	0,7092	2,7777	7,5471	3,3149
140 - 149	---	0,4696	0,9433	---



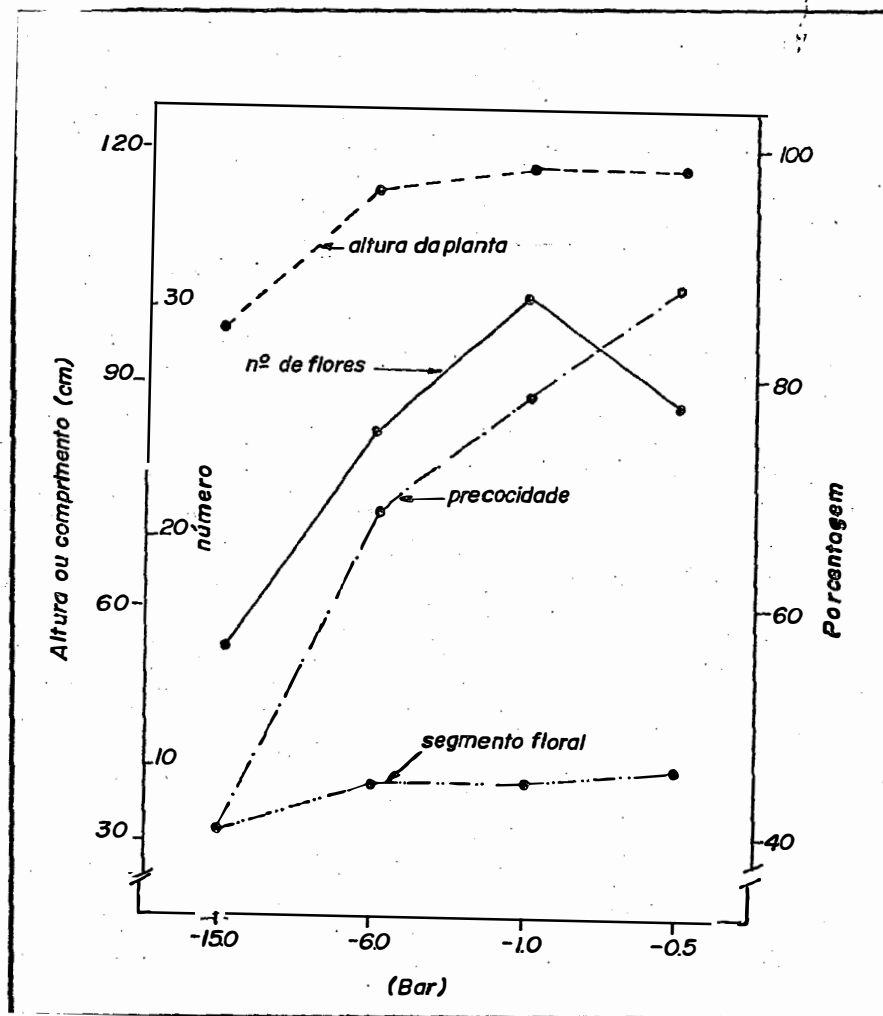


Fig. 2: Influência dos tratamentos sobre o número de flores por haste, altura da planta, comprimento do segmento da haste floral e precocidade (Gladiolos)

QUADRO 5 - Frequência do comprimento do segmento floral da haste, expresso em porcentagem (Gladiolos)

altura da haste (cm)	Tratamentos (bar)			
	-15,0	-6,0	-1,0	-0,5
10 - 14	2,8368	0,4629	0,4716	-----
15 - 19	2,1276	0,4629	-----	-----
20 - 24	8,5106	1,8518	1,8867	1,6574
25 - 29	24,1134	13,8888	12,7358	9,9447
30 - 34	27,6595	21,7592	16,5094	17,1270
35 - 39	21,2765	28,2407	23,5849	27,0718
40 - 44	9,9290	21,7592	32,0754	22,6519
45 - 49	3,5460	11,1111	11,3207	19,3377
50 - 54	-----	0,4629	1,4150	2,2099

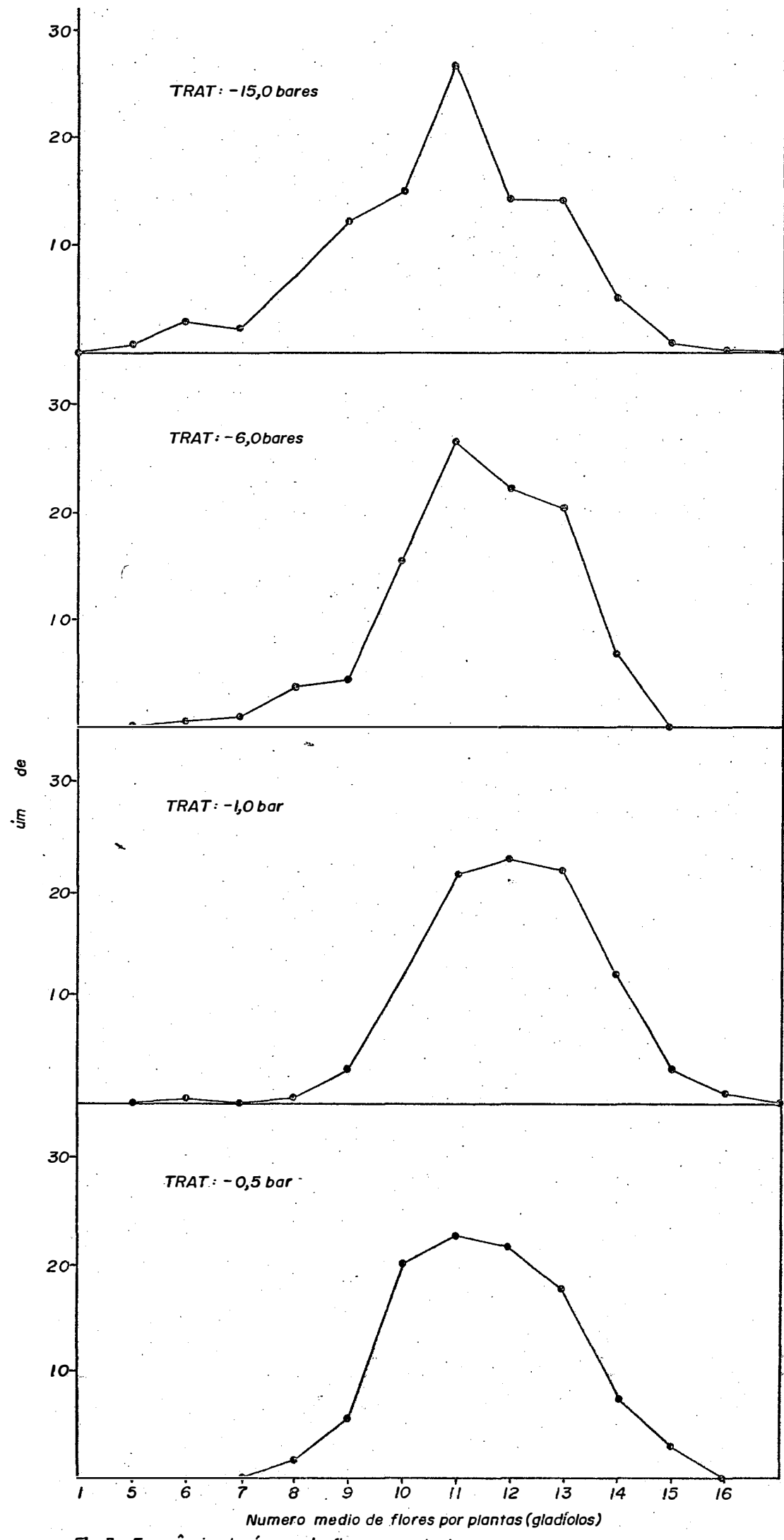


Fig. 3 - Frequência do número de flores por planta

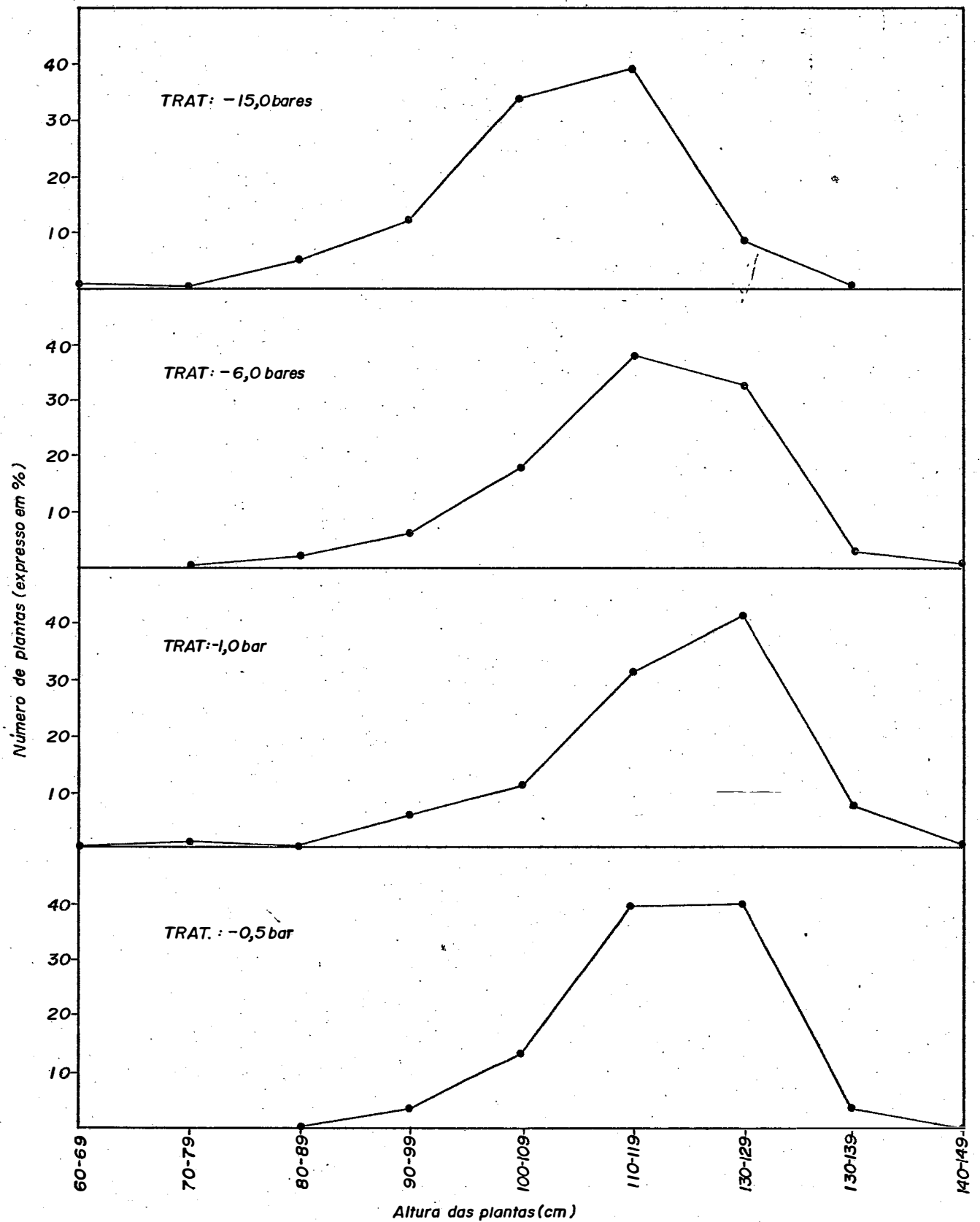


Fig. 4 - Altura das plantas sob influência dos tratamentos conduzidos. (gladiolos)

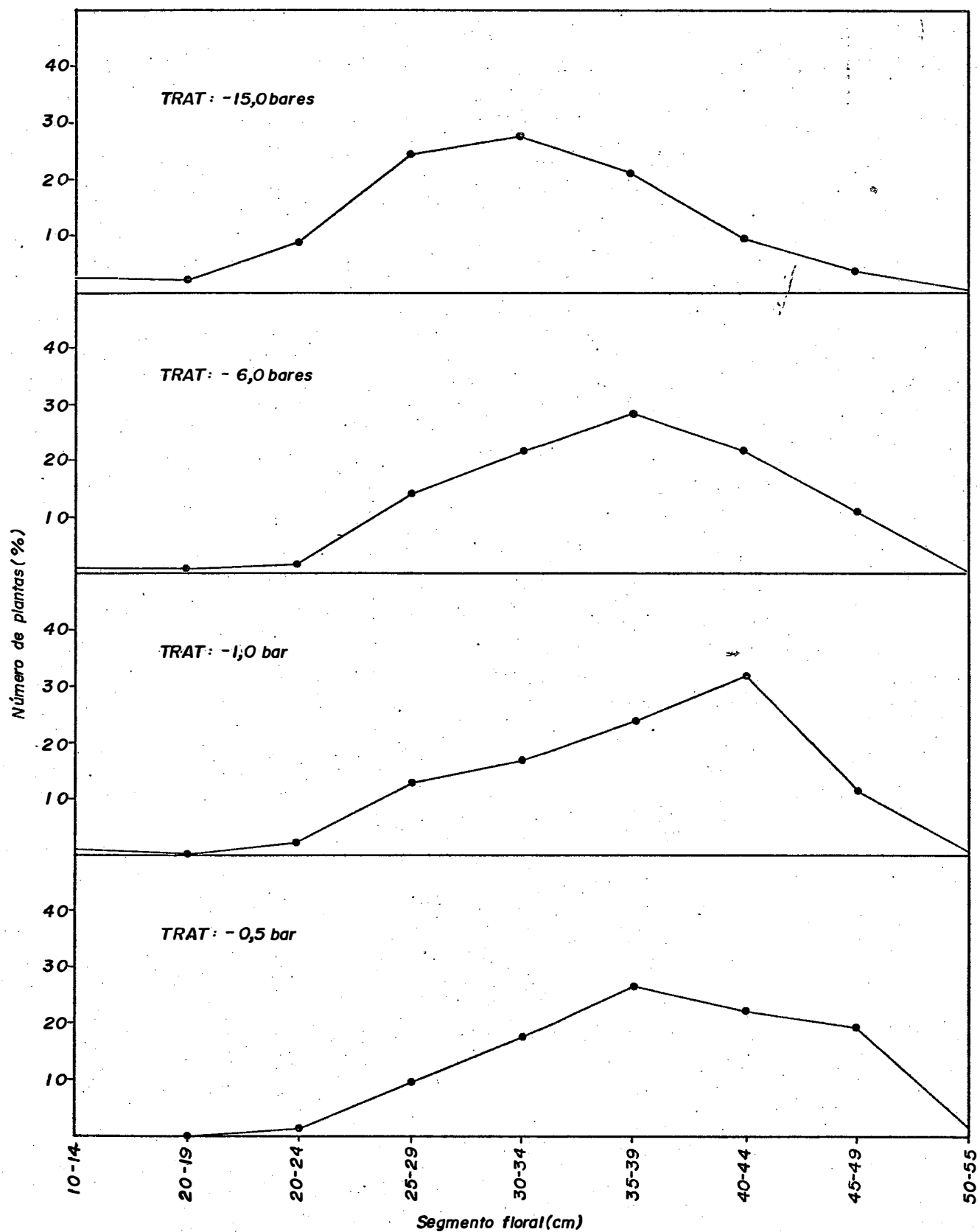


Fig. 5 - Comprimento do segmento floral sob influencia dos tratamentos (gladiólos)

QUADRO 6 - Porcentagem de plantas florescidas a 31/10/67 nos tratamentos  
(Gladíolos)

Bloco	Trat. (bar)	% de plantas	arc. sen $\sqrt{\%}$
I	-15,0	60,52	51,06
	- 6,0	73,77	59,21
	- 1,0	88,00	69,73
	- 0,5	94,87	76,95
II	-15,0	25,53	30,33
	- 6,0	66,67	54,76
	- 1,0	88,46	70,18
	- 0,5	87,23	69,04
III	-15,0	25,00	30,00
	- 6,0	49,02	44,43
	- 1,0	56,14	48,50
	- 0,5	74,00	59,34
IV	-15,0	55,00	47,87
	- 6,0	84,78	67,05
	- 1,0	79,24	62,87
	- 0,5	95,66	78,03
médias	-15,0	41,51	39,82
	- 6,0	68,56	56,36
	- 1,0	77,96	62,82
	- 0,5	87,94	70,84
Teste F	Tratamentos		24,92**
	R. Linear		71,77**
	R. Quadrática		2,61
	R. Cúbica		0,98
	d.m.s. 5%		11,67
	(Tukey) 1%		15,73
	C. V. %		9,18

QUADRO 7 - Plantas florescidas até o dia 31/10/67 expressas em porcentagens acumuladas (Gladíolos)

Datas da colheita	Tratamentos (bar)			
	-15,0	-6,0	-1,0	-0,5
20/10		0,4630	1,4151	0,5525
23/10	0,7092	3,2408	11,3207	17,6796
24/10	0,7092	14,8149	20,7546	35,4751
27/10	7,0920	25,4630	33,0187	53,2706
28/10	15,6026	39,9815	46,6979	65,9778
29/10	23,4040	50,1667	56,1318	77,5800
31/10	41,5104	68,5590	77,9643	87,9448
2/11	53,9004	80,7222	89,6233	95,2595
4/11	70,2124	90,4444	94,3393	96,9169
6/11	76,5952	92,2962	95,7544	97,4694
9/11	88,6519	96,4029	99,5280	98,0219
11/11	95,7440	98,6177	99,5280	98,5744
13/11	97,1624	99,0807	99,5280	99,6794
17/11	100,0000	99,5637	100,0000	100,0000
25/11	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

#### 4.1.2. - Produção de bulbos

Neste ítem, serão relatados os resultados relativos aos pesos, por planta, dos bulbos grandes e dos bulbinhos, bem como, o número deles produzido. (QUADRO 8 e Fig. 7).

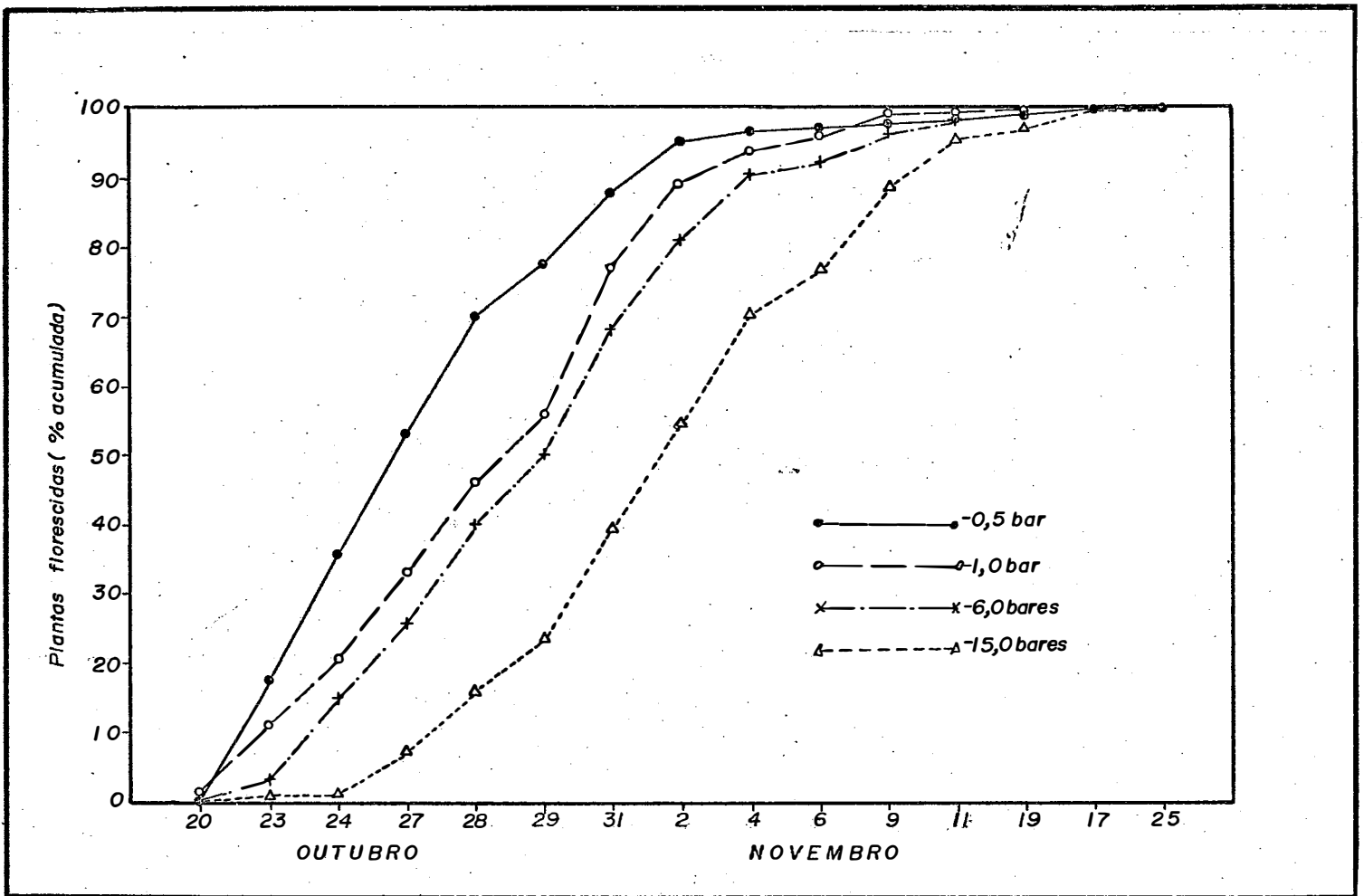


Fig. 6: Porcentagens acumuladas das plantas florescidas nos quatro tratamentos (Gladiolos)



QUADRO 8 - Produção de bulbos grandes (jumbo e N<sup>os</sup> 1, 2 e 3) e bulbilhos, em peso médio e número médio por planta (Gladiolos)

Bloco	Trat. (bar)	Bulbos grandes		Bulbilhos	
		peso(g)	n <sup>o</sup>	peso(g)	n <sup>o</sup>
I	-15,0	158,5	3,26	5,53	16,0
	- 6,0	69,3	1,93	1,74	8,9
	- 1,0	64,4	2,16	3,80	11,4
	- 0,5	122,4	3,08	5,51	17,7
II	-15,0	137,8	2,68	5,16	14,5
	- 6,0	93,0	2,14	3,46	10,1
	- 1,0	89,7	2,35	3,48	11,1
	- 0,5	118,6	2,76	5,94	15,0
III	-15,0	159,9	3,28	5,82	15,4
	- 6,0	112,7	2,60	4,67	12,2
	- 1,0	72,7	2,24	2,50	6,8
	- 0,5	92,7	2,64	3,91	11,2
IV	-15,0	130,0	2,56	7,50	17,2
	- 6,0	135,2	2,61	6,17	13,9
	- 1,0	107,0	2,26	5,57	13,0
	- 0,5	116,6	2,43	8,85	19,6
médias	-15,0	146,6	2,94	6,00	15,78
	- 6,0	102,6	2,32	4,01	11,28
	- 1,0	83,4	2,25	3,84	10,58
	- 0,5	112,6	2,73	6,06	15,88
Teste F	Tratamento	6,41**	4,48*	6,08*	8,11**
	R.Linear	6,72*	1,06	0,00	0,01
	R.Quadr.	12,27**	12,38**	18,17**	24,08**
	R.Cúbica	0,25	0,00	0,07	0,24
	d.m.s. 5%	46,13	0,69	2,18	4,42
	(Tukey) 1%	62,19	0,92	2,94	5,96
	C. V. %	18,76	12,21	19,82	14,92

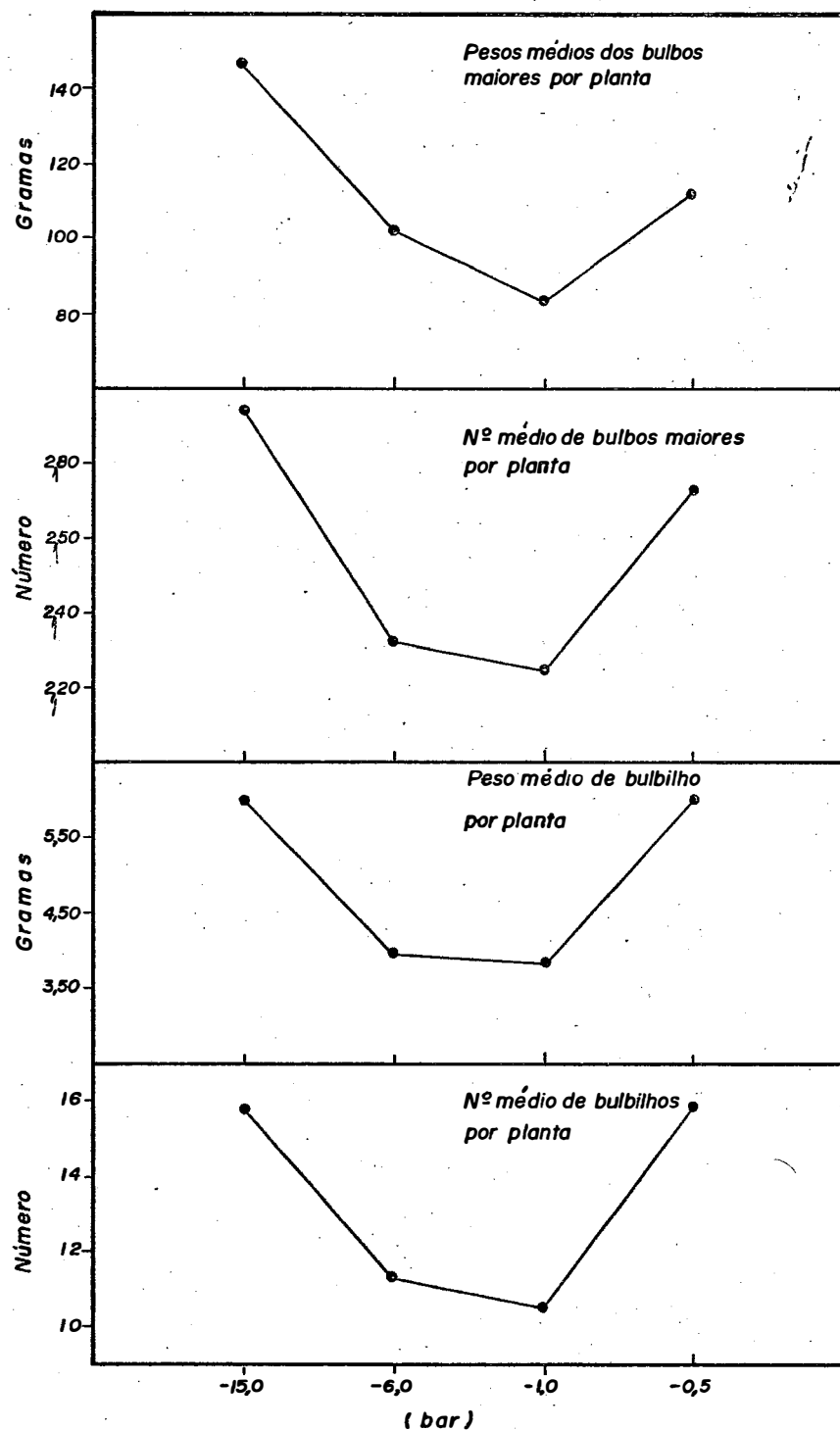


Fig 7 - Representação gráfica da produção e número de bulbos, sob os tratamentos conduzidos. (gladiolos)

#### 4.1.3. - Evapotranspiração

Serão apresentados os valores estimados relativos à evapotranspiração real, irrigação e precipitação (Figs. 8 e 9). Os QUADROS 9 a 12 mostram os dados auferidos de evapotranspiração potencial pelos métodos de Penman, Thornthwaite, Penman-Bavel e Blaney-Criddle aqueles relativos à evaporação pelo tanque Classe A e os de evapotranspiração real, acumulados em cada período e no ciclo total.

Os QUADROS 13 a 17 e a Fig. 10 mostram os dados relacionados aos resultados das análises de regressão e os coeficientes de conversão de ER para EP e Eo, pelos diversos métodos estudados.

QUADRO 9 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -0,5 bar (Gladíolos)

Data	ER (mm)	EP (mm)(+)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
28-30/8	8,10	11,00	8,22	7,60	13,62	17,04
31/8-2/9	16,50	22,90	18,92	17,30	28,46	33,40
3-4/9	22,60	31,20	25,55	25,00	38,39	44,96
5-6/9	29,01	39,90	33,15	32,20	48,68	54,62
7-15/9	47,28	68,30	54,15	45,80	89,94	82,64
16-18/9	56,93	82,60	64,35	57,60	104,98	96,88
19-20/9	63,25	90,70	72,48	61,80	115,38	108,14
21-24/9	74,43	104,20	80,28	67,70	133,18	121,30
25-26/9	82,74	114,70	83,68	74,50	141,83	133,96
27-29/9	89,72	124,80	87,88	81,90	150,81	147,16
29-30/9	95,72	132,40	93,08	87,00	160,35	158,22
1-3/10	105,74	147,00	105,06	98,40	176,48	176,46
4-5/10	113,01	156,60	113,78	105,30	187,48	188,56
6-7/10	121,39	168,60	121,95	113,20	198,24	200,89
8-9/10	128,70	177,80	130,78	121,10	209,30	213,91
10-11/10	136,20	187,50	139,38	126,40	220,25	223,19
12-14/10	147,30	201,60	152,23	135,70	236,61	238,31
15-29/10	187,90	252,00	201,22	167,40	313,41	289,74
30-31/10	195,78	263,10	206,77	175,90	323,37	300,54
1-3/11	206,16	276,10	218,54	184,00	340,17	316,22
4-5/11	213,55	287,80	223,27	191,80	350,28	326,68
6-7/11	221,97	299,30	229,43	201,00	361,01	339,40
8-9/11	228,46	311,20	237,02	211,30	372,01	350,58
10-11/11	235,44	320,70	245,49	218,60	383,31	360,78
12-14/11	245,62	332,30	257,59	225,80	400,08	371,16

(+) Pe - método de Penman

PB - método de Penman-Bavel

Th - método de Thornthwaite

BC - método de Blaney-Criddle

QUADRO 10 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -1,0 bar (Gladíolos)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
28/8-2/9	15,10	22,90	18,95	17,30	28,46	33,40
3-7/9	29,31	42,10	35,85	32,70	53,44	60,46
8-15/9	45,43	68,30	54,15	45,80	89,94	82,64
16-20/9	62,03	90,70	72,48	61,80	115,38	108,14
21-25/9	76,03	109,20	81,98	70,90	137,50	127,30
26-30/9	93,84	132,40	93,08	87,00	160,35	158,22
1-5/10	109,66	156,60	113,78	105,30	187,48	188,56
6-9/10	126,37	177,80	130,78	121,10	209,30	213,91
10-13/10	142,57	196,10	147,44	130,80	230,96	233,33
14-29/10	183,79	252,00	201,22	167,40	313,41	289,74
30/10-2/11	199,90	272,60	215,90	183,10	333,99	311,96
3-6/11	215,18	293,40	226,35	196,40	355,63	333,46
7-11/11	233,09	320,70	245,49	218,60	383,31	360,78
12-14/11	242,94	332,30	257,59	225,80	400,08	371,16

QUADRO 11 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -6,0 bares (Gladíolos)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
28/8-4/9	21,74	31,20	25,55	25,00	38,39	44,96
5-15/9	43,96	68,30	54,15	45,80	89,94	82,64
16-20/9	60,40	90,70	72,48	61,80	115,38	108,14
21-28/9	83,92	124,80	87,88	81,90	150,81	147,16
29/9-5/10	106,08	156,60	113,78	105,30	187,48	188,56
6-11/10	129,78	187,50	139,38	126,40	220,25	223,19
12-29/10	174,60	252,00	201,22	167,40	313,36	289,74
30/10-4/11	197,76	281,70	220,85	186,70	345,18	320,80
5-10/11	220,02	315,50	241,20	214,80	377,64	356,12
11-14/11	232,90	332,30	257,59	225,80	400,08	371,16

QUADRO 12 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -15,0 bares (Gladíolos)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
28/8-6/9	26,32	39,90	33,15	32,20	46,68	54,62
7-15/9	44,59	68,30	54,15	45,80	89,94	82,64
16-20/9	61,04	90,70	72,48	61,80	115,38	108,14
21-30/9	89,97	132,40	93,08	87,00	160,35	158,22
1-9/10	120,66	177,80	130,78	121,10	209,30	213,91
10-29/10	169,73	252,00	201,22	164,40	313,41	289,74
30/10-6/11	199,17	293,40	226,35	196,40	355,63	333,46
6-14/11	229,16	332,30	257,59	225,80	394,49	371,16

QUADRO 13 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Penman (Gladíolos)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação (r)	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	0,62	1,17	0,8963	6,70**	0,7216
	2º	-0,30	1,46	0,6974	3,07*	0,7547
	ciclo	0,22	1,30	0,8228	6,94**	0,7392
- 1,0	1º	1,22	0,99	0,8962	4,52**	0,7002
	2º	0,74	1,09	0,7960	2,94*	0,7586
	ciclo	1,24	0,97	0,8635	5,93**	0,7311
- 6,0	1º	1,42	0,95	0,9827	9,20**	0,6774
	2º	0,59	1,20	0,8997	3,57*	0,7218
	ciclo	1,08	1,06	0,9332	7,34**	0,7009
-15,0	1º	1,10	1,05	0,9850	8,08*	0,6786
	2º	0,79	1,17	0,9208	3,34	0,7023
	ciclo	0,89	1,13	0,9590	8,29**	0,6896

QUADRO 14 - Análise de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Thornthwaite (Gladíolos)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação (r)	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	2,53	0,17	0,0979	0,3262	0,9932
	2º	4,07	-0,10	-0,0605	-0,1918	0,9221
	ciclo	2,15	0,37	0,2273	1,1196	0,9535
- 1,0	1º	1,67	0,45	0,2765	0,6432	0,9638
	2º	2,72	0,27	0,2660	0,6171	0,9268
	ciclo	1,45	0,58	0,4782	1,8862	0,9431
- 6,0	1º	0,97	0,72	0,4771	0,9402	0,9323
	2º	3,22	0,14	0,1793	0,3156	0,8819
	ciclo	1,25	0,66	0,5571	1,8975	0,9041
-15,0	1º	0,74	0,78	0,5328	0,8903	0,9226
	2º	3,78	-0,06	-0,0744	-0,1055	0,8556
	ciclo	1,41	0,61	0,4883	1,3705	0,8896

QUADRO 15 - Análise de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Penman-Bavel (Gladíolos)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação (r)	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	-0,37	1,09	0,6194	2,6165*	1,0732
	2º	-0,46	1,10	0,4847	1,7523	1,1005
	ciclo	-0,32	1,07	0,6011	3,6073**	1,0878
- 1,0	1º	-0,32	1,07	0,7370	2,4379	1,0414
	2º	0,25	0,82	0,5236	1,3743	1,1060
	ciclo	0,34	0,82	0,6466	2,9360*	1,0759
- 6,0	1º	-0,10	1,03	0,8499	2,7932	1,0074
	2º	-0,35	1,06	0,7021	1,7077	1,0524
	ciclo	0,01	0,97	0,7756	3,4752**	1,0314
-15,0	1º	-0,70	1,22	0,8046	1,9162	0,9964
	2º	-1,53	1,50	0,9798	6,9304*	1,0363
	ciclo	-1,09	1,37	0,9153	5,5670**	1,0149

QUADRO 16 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Blaney-Criddle (Gladíolos)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	4,52	0,12	0,1528	0,5129	0,6028
	2º	4,63	0,22	0,1908	0,6146	0,6238
	ciclo	3,89	0,38	0,3861	2,0876*	0,6139
- 1,0	1º	4,12	0,25	0,3555	0,8594	0,5849
	2º	5,15	0,06	0,2047	0,4677	0,6269
	ciclo	3,94	0,36	0,5930	2,5513*	0,6072
- 6,0	1º	3,92	0,33	0,5095	1,0255	0,5658
	2º	6,33	-0,31	-0,4032	-0,7632	0,5965
	ciclo	4,56	0,16	0,2255	0,6548	0,5821
-15,0	1º	3,92	0,31	0,6001	1,0610	0,5765
	2º	5,12	-0,02	-0,0196	-0,0278	0,5859
	ciclo	4,17	0,25	0,3418	0,8908	0,5809

QUADRO 17 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e Eo pelo tanque classe A (Gladíolos)

Trat. (bar)	Estágio	Eo = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/Eo
		a	b			
- 0,5	1º	0,36	1,55	0,6843	3,1126**	0,5993
	2º	-0,90	1,68	0,7044	3,1383*	0,7262
	ciclo	1,15	1,20	0,6013	3,6089**	0,6618
- 1,0	1º	-0,25	1,82	0,7569	2,5899*	0,5816
	2º	-0,87	1,59	0,8324	3,3589*	0,7299
	ciclo	1,52	1,05	0,6141	2,6934*	0,6545
- 6,0	1º	0,65	1,54	0,7983	2,2959	0,5625
	2º	-0,40	1,53	0,8581	2,8939	0,6945
	ciclo	1,65	1,05	0,6693	2,5480*	0,6275
-15,0	1º	0,44	1,56	0,7800	1,7628	0,5641
	2º	0,08	1,50	0,7190	1,4629	0,6900
	ciclo	0,99	1,28	0,7106	2,4739	0,6174



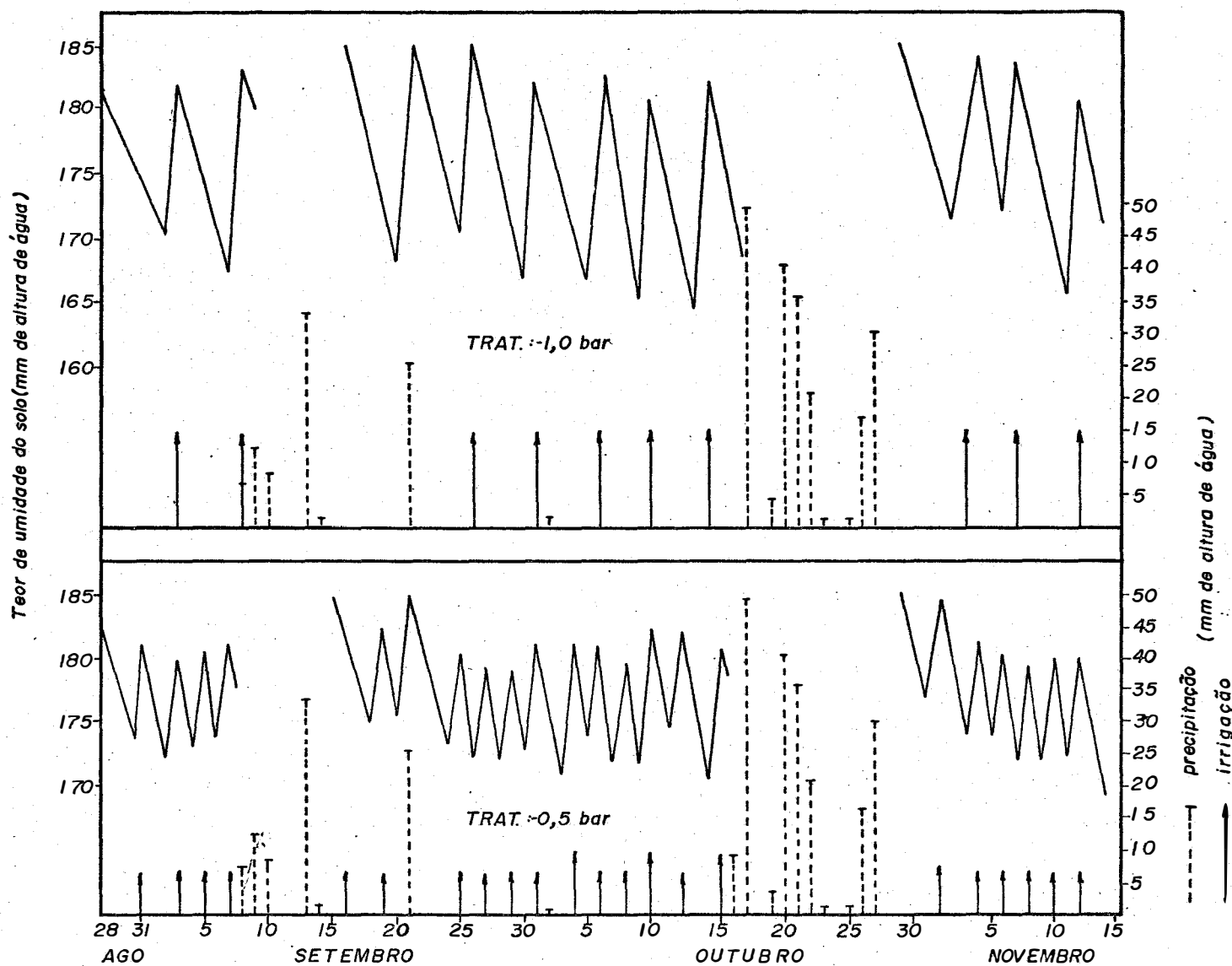


FIG. 8- Tratamentos - 0,5 e -1,0 bar - estimativas das variações do teor de umidade do solo na camada 0-50 cm, irrigação e precipitação (cultura do gladiolo, 1967.)

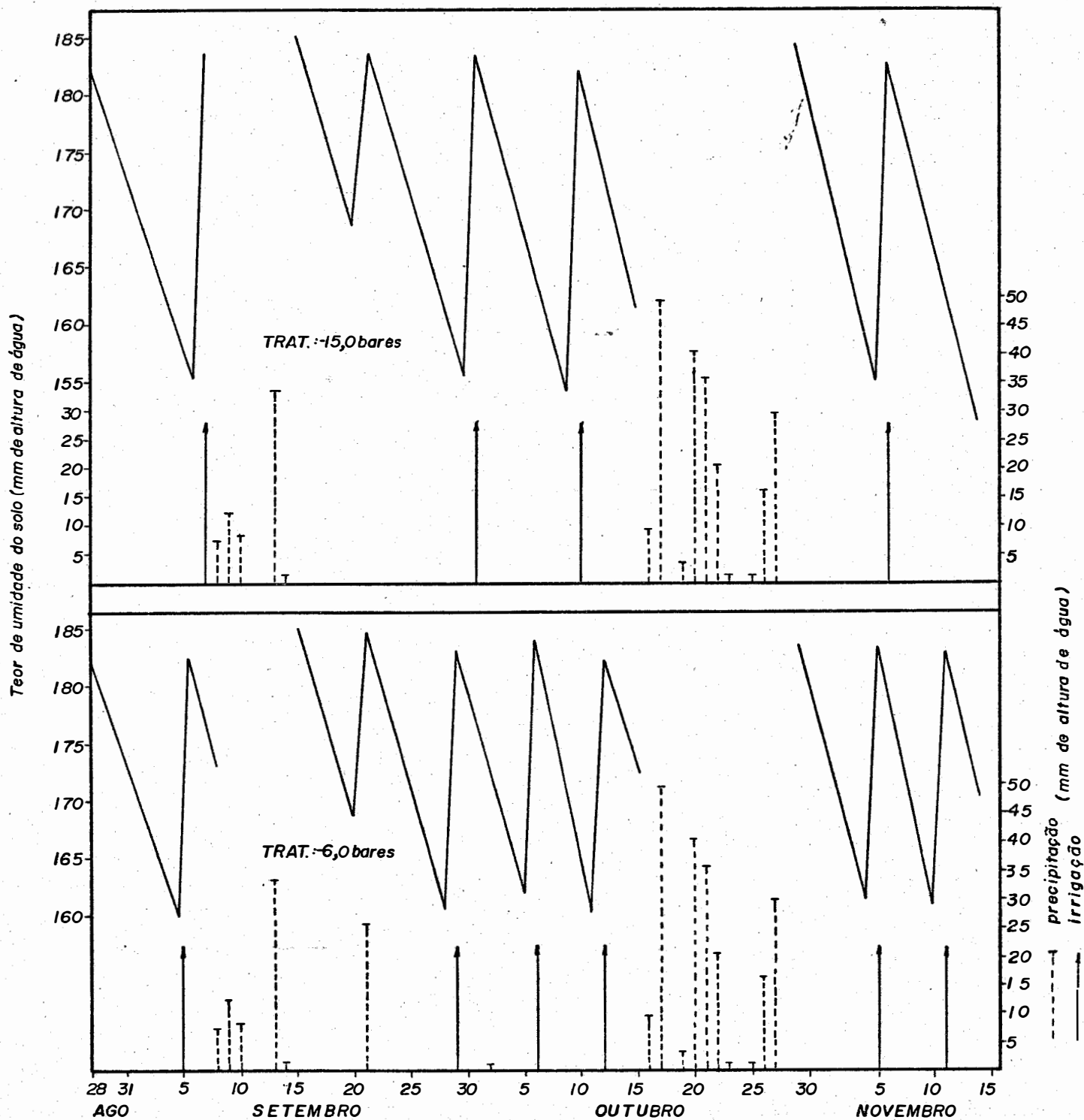
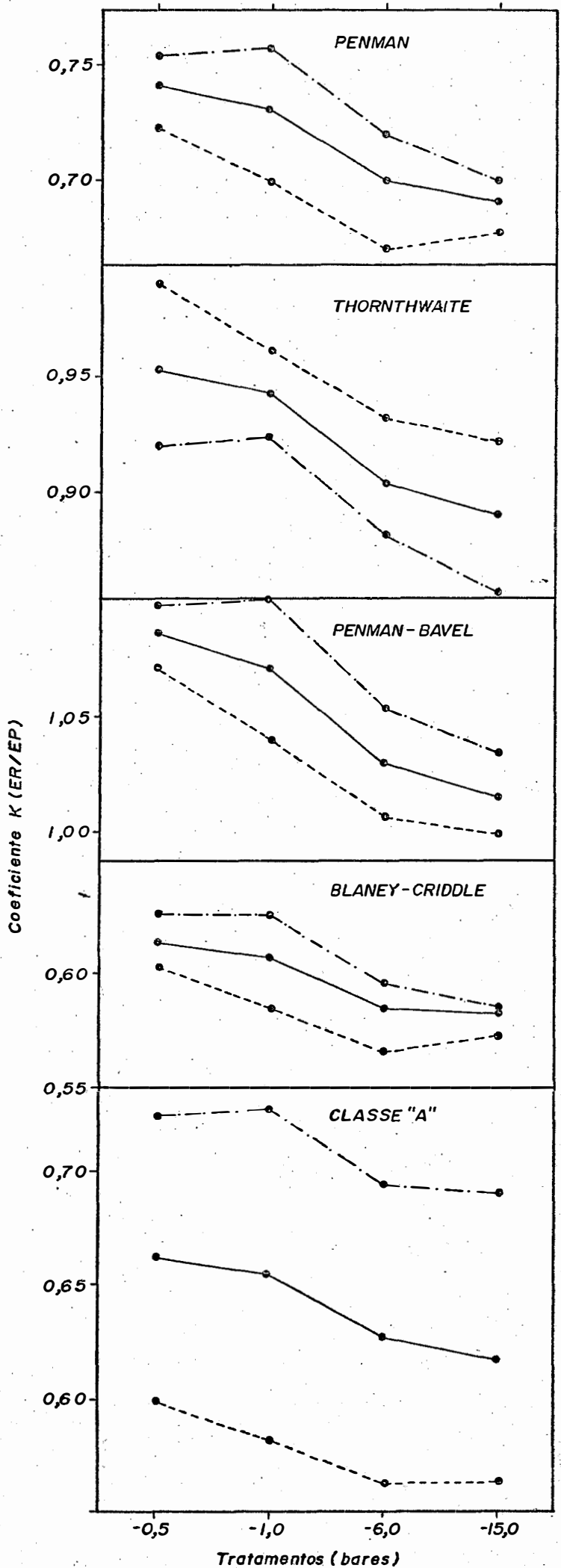


FIG. 9 - Tratamentos -6,0 e -15,0 bares - estimativas das variações de umidade do solo na camada 0-50 cm, irrigação e precipitação (cultura de gladiolo, 1967)



● - - - - - 1º estágio  
● - · - · - · 2º estágio  
● - - - - - Ciclo

Fig. 10-Coeficiente de conversão (ER/EP e ER/Eo) para os estágios e tratamentos conduzidos (Gladíolos, 1967)

#### 4.2. Cultura da cebola

Os resultados e análises respectivas serão relatados nos QUADROS e Figs. que seguem. Os relacionados à produção, desenvolvimento vegetativo e precocidade o serão primeiramente, tal como, o desenvolvido na cultura anterior e, posteriormente, serão expostos os concernentes à evapotranspiração.

##### 4.2.1. - Produção, desenvolvimento vegetativo e precocidade

Os valores inerentes à produção (o peso total de bulbos por hectare, as porcentagens de perfilhamentos e as porcentagens de cebolões) constam do QUADRO 18 e Fig. 11.

Os dados relativos ao desenvolvimento vegetativo (peso total de folhas por hectare) e a precocidade encontram-se no QUADRO 19 e nas Figs. 11 e 12.

QUADRO 18 - Peso de bulbos, porcentagem de perfilhamentos e porcentagem de cebolões

Blocos	Trat. (bar)	Bulbos kg/ha	Perfilhamentos		Cebolões	
			%	arc sen $\sqrt{\%$	%	arc sen $\sqrt{\%$
I	-15,0	14.566	7,14	15,49	5,71	13,82
	- 6,0	17.730	4,62	12,41	9,23	17,69
	- 1,0	21.750	7,35	15,74	5,88	14,03
	- 0,5	26.916	6,67	14,97	5,00	12,92
II	-15,0	16.566	8,06	16,49	4,84	12,71
	- 6,0	20.799	5,33	13,35	6,67	14,97
	- 1,0	22.842	8,42	16,87	7,37	15,75
	- 0,5	23.823	7,07	15,42	8,08	16,51
III	-15,0	15.750	5,56	13,64	4,44	12,16
	- 6,0	17.703	4,63	12,42	8,33	16,78
	- 1,0	20.868	6,60	14,89	5,66	13,76
	- 0,5	24.107	5,21	13,19	9,37	17,82
IV	-15,0	14.902	5,19	13,17	6,49	14,76
	- 6,0	17.050	3,52	10,81	8,23	16,67
	- 1,0	22.853	4,86	12,74	6,10	14,30
	- 0,5	24.058	4,93	12,83	3,70	11,09
médias	-15,0	15.446	6,49	14,70	5,37	13,36
	- 6,0	18.320	4,52	12,25	5,75	16,53
	- 1,0	22.078	6,81	15,06	8,11	14,46
	- 0,5	24.726	5,97	14,10	6,54	14,58
Teste F	Tratamento	39,59**		23,74**		1,67
	R. Linear	118,28**		0,80		0,12
	R. Quadr.	0,03		8,46*		2,23
	R. Cúbica	0,47		61,97**		2,65
	d.m.s. 5%	2,871		1,13		-
	(Tukey) 1%	3,872		1,52		-
	C. V.	6,45		3,66		13,82

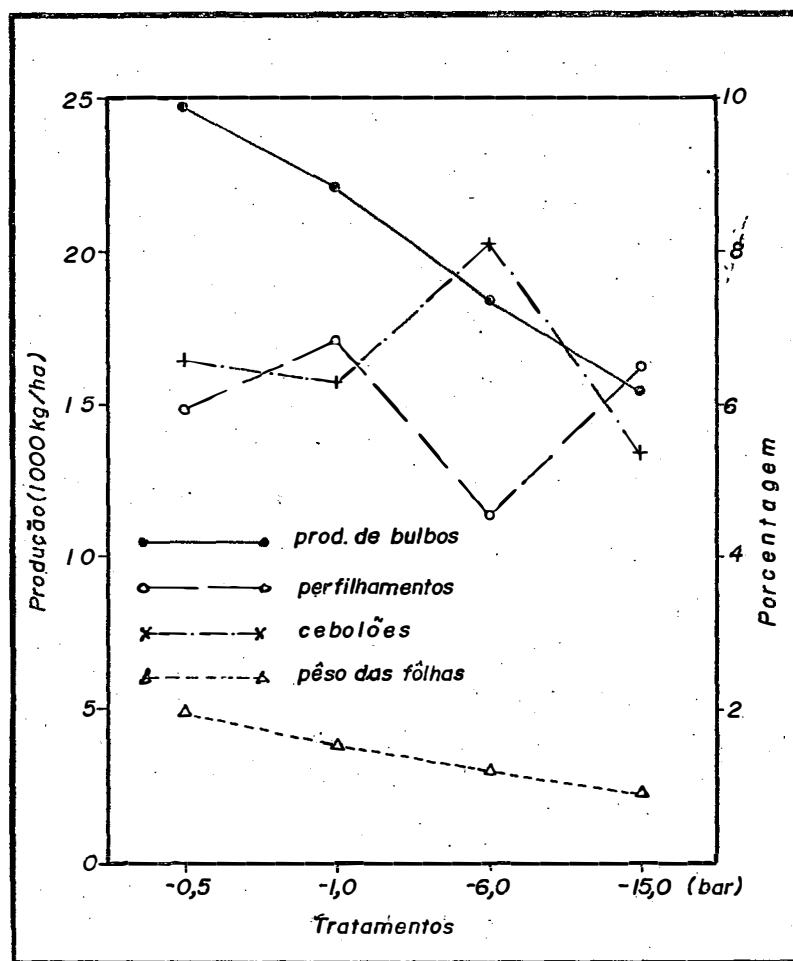


Fig. 11: Representação gráfica dos valores obtidos para produção de bulbos, de folhas, cebolões e perfilamentos nos tratamentos

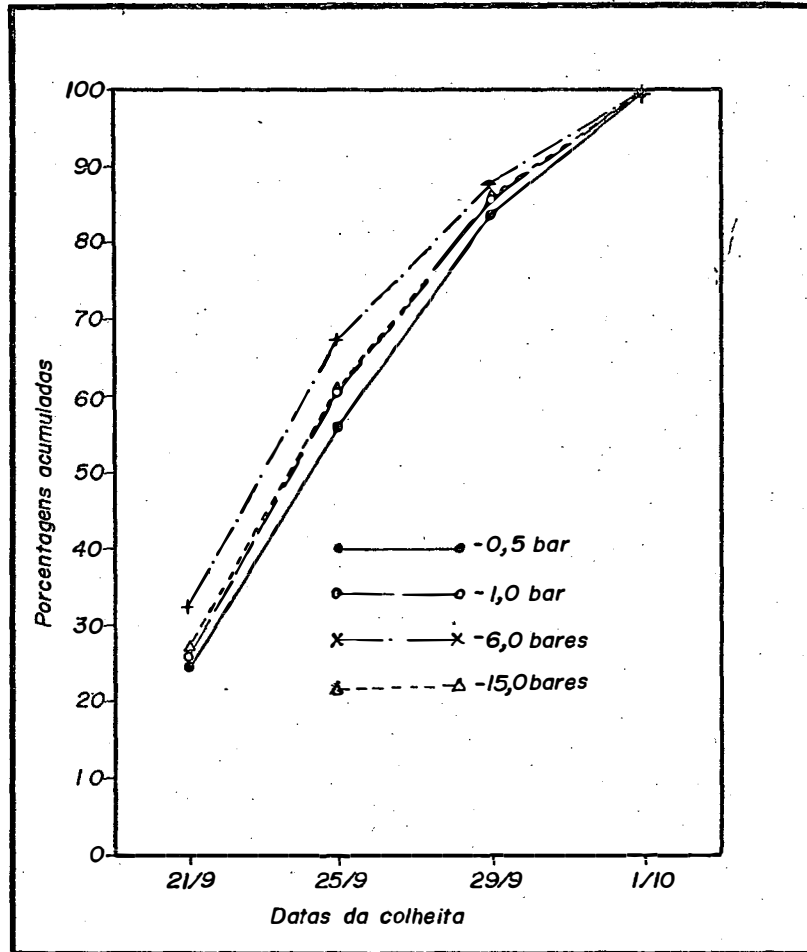


Fig. 12: Representação gráfica das porcentagens acumuladas da colheita de bulbos de cebola nos tratamentos

QUADRO 19 - Peso das folhas e peso de bulbos das duas primeiras colheitas expresso em % e arc sen  $\sqrt{\%}$  (cebola)

Blocos	Trat. (bar)	folhas (kg/ha)	%	peso de bulbos arc sen $\sqrt{\%}$
I	-15,0	2.786	51,20	45,69
	- 6,0	3.841	69,40	56,42
	- 1,0	4.614	66,46	54,61
	- 0,5	5.302	64,48	53,42
II	-15,0	2.235	76,07	60,71
	- 6,0	3.331	73,30	58,89
	- 1,0	3.526	56,82	48,92
	- 0,5	5.200	49,48	44,70
III	-15,0	2.251	52,00	46,14
	- 6,0	2.535	61,90	51,88
	- 1,0	3.694	67,71	55,37
	- 0,5	4.298	48,72	44,27
IV	-15,0	2.818	60,01	50,77
	- 6,0	2.969	67,38	55,17
	- 1,0	4.401	61,22	51,48
	- 0,5	5.185	56,08	48,49
médias	-15,0	2.522	59,82	50,83
	- 6,0	3.169	67,99	55,59
	- 1,0	4.058	63,05	52,60
	- 0,5	4.996	54,69	47,72
Teste F	Tratamento	51,63**		1,79
	R.Linear	153,87**		1,25
	R.Quadr.	0,94		3,83
	R.Cúbica	0,08		0,28
	d.m.s. 5%	662,18		-
(Tukey) 1%	892,90		-	
C. V.		8,12		9,52



#### 4.2.2 - Evapotranspiração

Serão apresentados os valores relativos à evapotranspiração real, irrigação e precipitação nas Figs. 13, 14 e 15. Os QUADROS 20 a 23 configuram os valores estimados de evapotranspiração potencial pelos métodos de Penman, Thornthwaite, Penman-Bavel e Blaney-Criddle, os relativos à evaporação pelo tanque classe A e a evapotranspiração real, acumulados.

Os resultados relativos às análises de regressão e os respectivos coeficientes de conversão de ER para EP e Eo encontram-se nos QUADROS 24 a 28 e na Fig. 16.

QUADRO 20 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -0,5 bar (cebola)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
31/5-3/6	8,30	10,40	8,65	8,00	16,95	16,24
4-7/6	13,60	16,60	14,77	9,30	32,65	22,16
8-10/6	18,90	22,85	16,66	13,30	42,50	28,96
11-14/6	24,10	29,00	21,97	14,60	57,68	33,52
15-19/6	35,10	42,05	28,99	27,20	77,00	46,04
20-22/6	42,10	50,30	33,40	35,20	88,69	58,26
23-26/6	50,80	61,15	40,33	42,90	104,65	71,16
27-30/6	57,90	70,00	47,44	48,90	120,71	81,76
1-6/7	66,90	82,60	56,09	61,20	143,82	101,40
7-10/7	75,10	92,40	63,42	68,80	159,89	113,83
11-17/7	86,50	106,10	72,98	78,00	186,56	127,01
18-20/7	94,00	114,65	76,64	85,50	197,72	140,68
21-24/7	99,70	121,70	81,53	90,20	212,62	151,69
25-28/7	107,10	131,77	88,58	99,90	228,75	162,86
29/7-1/8	115,10	140,52	94,95	110,20	244,64	179,06
2-4/8	122,60	150,07	99,95	117,40	256,96	192,40
5-7/8	131,40	159,92	104,84	124,70	269,19	205,60
8-10/8	138,70	168,67	110,82	132,10	281,92	215,84
11-13/8	145,60	177,52	117,69	137,00	295,16	228,06
14-16/8	154,20	188,32	127,30	144,80	309,23	240,77
17-19/8	162,90	199,22	134,55	152,70	322,60	252,05
20-22/8	172,00	210,37	142,58	162,10	336,24	272,13
23-25/8	180,20	220,97	150,90	170,90	349,93	285,91
26-28/8	189,80	233,67	158,44	179,50	363,37	301,55
29-31/8	198,20	244,97	167,64	188,00	377,27	317,98
1-3/9	206,90	257,77	178,44	198,50	392,38	335,07
4-6/9	216,60	269,87	189,04	209,20	407,57	349,89
7-16/9	242,40	302,37	212,34	226,20	453,50	382,65
17-19/9	252,60	317,27	224,77	237,10	469,23	398,15
20-22/9	259,80	326,87	231,97	240,30	483,02	409,17
23-25/9	268,20	339,17	237,87	247,90	469,30	422,57
26-28/9	280,00	354,77	243,77	258,90	509,70	442,43
29/9-1/10	289,80	367,47	252,24	267,00	524,39	456,91
2-4/10	300,20	380,87	265,31	278,30	540,89	475,33

QUADRO 21 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -1,0 bar(cebola)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
31/5-7/6	13,23	16,70	14,77	9,30	32,65	22,16
8-14/6	23,63	29,00	21,97	14,60	57,68	33,52
15-23/6	42,43	53,35	35,20	38,00	92,27	61,32
24/6-3/7	59,85	76,05	51,67	54,60	132,10	91,94
4-18/7	86,08	109,00	74,39	80,60	190,11	131,73
19-27/7	102,52	128,47	86,98	97,20	224,47	159,58
28/7-4/8	118,64	150,07	99,95	117,40	256,66	192,40
5-11/8	136,01	172,67	113,37	134,60	286,12	220,46
12-18/8	153,48	194,62	132,20	149,60	317,86	249,51
19-25/8	170,43	220,97	150,90	170,90	349,63	285,91
26-31/8	188,88	244,97	167,64	188,00	377,37	317,98
1-5/9	204,10	264,77	185,04	205,50	402,42	345,93
6-16/9	231,71	302,37	212,34	226,20	453,60	382,65
17-20/9	244,95	320,67	228,37	238,80	474,37	403,41
21-26/9	262,05	344,67	239,57	251,50	500,37	429,23
27/9-1/10	278,68	367,47	252,24	267,00	524,04	456,91
2-5/10	293,19	386,57	269,67	282,30	546,02	480,41

QUADRO 22 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -6,0 bar(cebola)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
31/5-7/6	13,23	16,60	14,77	9,30	32,65	22,16
8-14/6	23,63	29,00	21,97	14,60	57,68	33,52
15-28/6	49,69	65,40	44,11	44,90	112,76	76,16
29/6-18/7	77,01	109,00	74,39	80,60	190,41	131,73
19/7-3/8	103,42	147,32	98,48	115,60	252,93	187,76
4-15/8	128,92	184,97	124,56	142,60	304,68	236,01
16-25/8	153,30	220,97	150,90	170,90	349,93	285,91
26/8-3/9	177,81	256,77	178,44	198,50	392,38	335,07
4-16/9	210,86	302,37	212,34	226,20	453,50	382,65
17-20/9	223,93	320,67	228,37	238,80	474,27	403,41
21-29/9	249,03	358,87	246,17	262,00	514,40	447,77
30/9-5/10	266,33	386,57	269,67	282,30	546,37	480,41

QUADRO 23 - Valores acumulados de ER, EP e Eo pelos métodos propostos, relativos ao tratamento -15,0 bar(cebola)

Data	ER (mm)	EP (mm)				Eo (mm)
		Pe	Th	PB	BC	
31/5-7/6	13,23	16,60	14,77	9,30	32,65	22,16
8-14/6	23,63	29,00	21,97	14,60	57,68	33,52
15/6-4/7	58,40	78,05	53,36	56,40	136,22	94,39
5 - 31/7	98,70	136,32	93,28	107,40	240,50	174,80
1 - 15/8	128,12	184,97	124,56	142,70	304,68	236,01
16-27/8	158,17	229,97	155,89	177,00	358,89	295,27
28/8-7/9	185,62	272,07	191,74	209,70	412,13	355,73
8 - 16/9	202,52	302,37	212,34	226,20	453,50	382,65
17-20/9	215,74	320,67	228,37	238,80	474,27	403,41
21/9-4/10	252,62	380,87	265,31	278,30	540,89	475,33

QUADRO 24 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Penman (cebola)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	0,30	1,01	0,8435	5,87**	0,8169
	2º	-0,42	1,45	0,9283	9,98**	0,7695
	ciclo	-0,52	1,46	0,9563	18,49**	0,7882
- 1,0	1º	-0,55	1,57	0,9645	8,17**	0,7906
	2º	0,06	1,33	0,9483	8,45**	0,7380
	ciclo	-0,31	1,45	0,9876	24,35**	0,7584
- 6,0	1º	0,35	1,16	0,6775	1,59	0,7020
	2º	0,18	1,41	0,9311	5,71**	0,6809
	ciclo	-0,28	1,58	0,9769	14,46**	0,6889
-15,0	1º	-0,56	1,68	0,7451	1,58	0,7240
	2º	1,36	0,92	0,6221	1,59	0,6294
	ciclo	0,33	1,30	0,8341	4,28**	0,6633

QUADRO 25 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Thornthwaite (Cebola)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	0,83	0,33	0,4130	1,69	1,2266
	2º	0,80	0,66	0,3609	1,54	1,0740
	ciclo	-0,28	0,98	0,7192	5,85**	1,1315
- 1,0	1º	0,83	0,37	0,3050	0,71	1,1870
	2º	-1,39	1,46	0,7520	2,95*	1,0284
	ciclo	-0,73	1,24	0,8670	6,73**	1,0872
- 6,0	1º	0,47	0,64	0,4024	0,76	1,0502
	2º	-1,43	1,62	0,7330	2,40*	0,9516
	ciclo	-0,69	1,35	0,8844	5,99**	0,9876
-15,0	1º	-1,29	1,74	0,6398	1,17	1,0581
	2º	1,02	0,80	0,7490	2,26	0,8947
	ciclo	-0,63	1,39	0,9281	7,05**	0,9522

QUADRO 26 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Penman-Bavel (cebola)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/Eo
		a	b			
- 0,5	1º	0,55	1,19	0,6466	3,17**	1,0443
	2º	-1,54	1,46	0,8107	5,53**	1,1038
	ciclo	-0,52	1,13	0,8168	8,00**	1,0787
- 1,0	1º	-3,93	3,16	0,9880	14,52**	1,0106
	2º	-0,66	1,18	0,7560	3,26*	1,0585
	ciclo	-0,25	1,06	0,8570	6,43**	1,0385
- 6,0	1º	-0,77	1,48	0,4357	0,83	0,8946
	2º	0,38	0,89	0,6860	2,10	0,9773
	ciclo	-0,07	1,06	0,8380	4,85**	0,9434
-15,0	1º	-2,09	2,24	0,4469	0,70	0,9189
	2º	0,64	0,82	0,8704	3,53**	0,9006
	ciclo	-0,25	1,16	0,8598	4,76**	0,9077

QUADRO 27 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e EP pelo método de Blaney-Criddle (cebola)

Trat. (bar)	Estágio	EP = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/EP
		a	b			
- 0,5	1º	3,49	0,19	0,3871	1,57	0,4771
	2º	3,53	0,38	0,4429	1,97	0,6255
	ciclo	2,79	0,60	0,7778	7,00**	0,5550
- 1,0	1º	3,38	0,28	0,3540	0,84	0,4622
	2º	2,44	0,78	0,8100	3,91*	0,6032
	ciclo	2,57	0,74	0,9210	9,18**	0,5370
- 6,0	1º	3,20	0,41	0,4252	0,81	0,4089
	2º	3,84	0,30	0,8482	3,58*	0,5552
	ciclo	2,60	0,80	0,9257	7,74**	0,4874
-15,0	1º	2,07	1,12	0,6634	1,25	0,4104
	2º	3,43	0,52	0,8605	3,38*	0,5124
	ciclo	2,72	0,78	0,9187	6,58**	0,4670

QUADRO 28 - Análises de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e Eo pelo tanque classe A (cebola)

Trat. (bar)	Estágio	Eo = a + b . ER		Coef. de correlação	teste t	K ER/Eo
		a	b			
- 0,5	1º	-0,01	1,63	0,5344	2,37*	0,6372
	2º	-0,63	1,84	0,7422	4,43**	0,6277
	ciclo	-0,12	1,68	0,7775	6,99**	0,6316
- 1,0	1º	-2,17	2,83	0,7990	2,97*	0,6166
	2º	0,18	1,59	0,7750	3,47*	0,6060
	ciclo	-0,21	1,73	0,9160	8,84**	0,6103
- 6,0	1º	0,01	1,70	0,4542	0,88	0,5508
	2º	1,58	1,20	0,6194	1,76	0,5567
	ciclo	-0,03	1,78	0,8878	6,10**	0,5544
-15,0	1º	-2,10	2,95	0,5507	0,93	0,5646
	2º	1,28	1,36	0,7509	2,27	0,5122
	ciclo	-0,28	1,94	0,8765	5,15**	0,5315

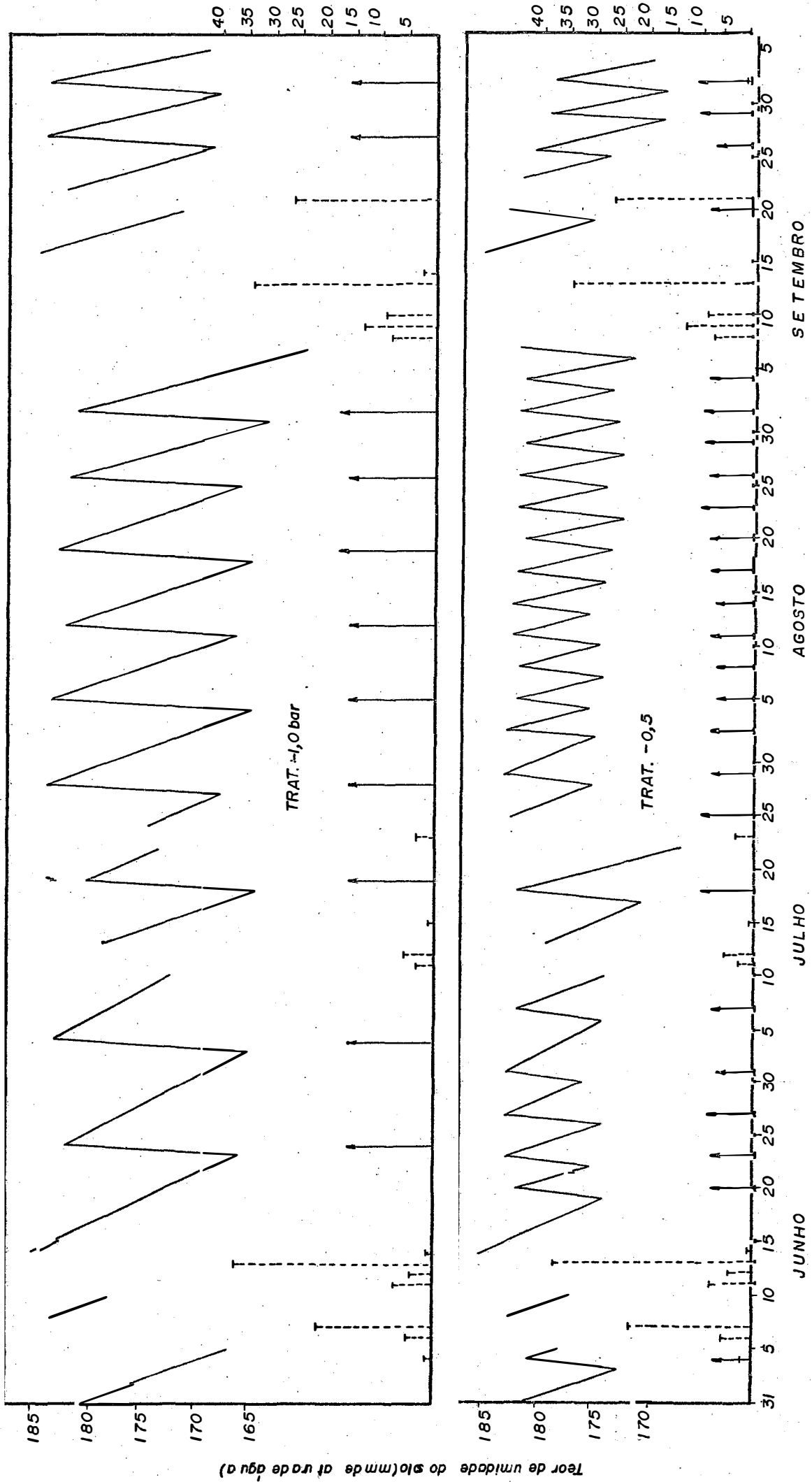


FIG. 13 Tratamentos -0,5 e -1,0 - estimativas das variações do teor de umidade do solo, na camada 0-50 cm, irrigação e precipitação (cultura de cebola, 1967.)



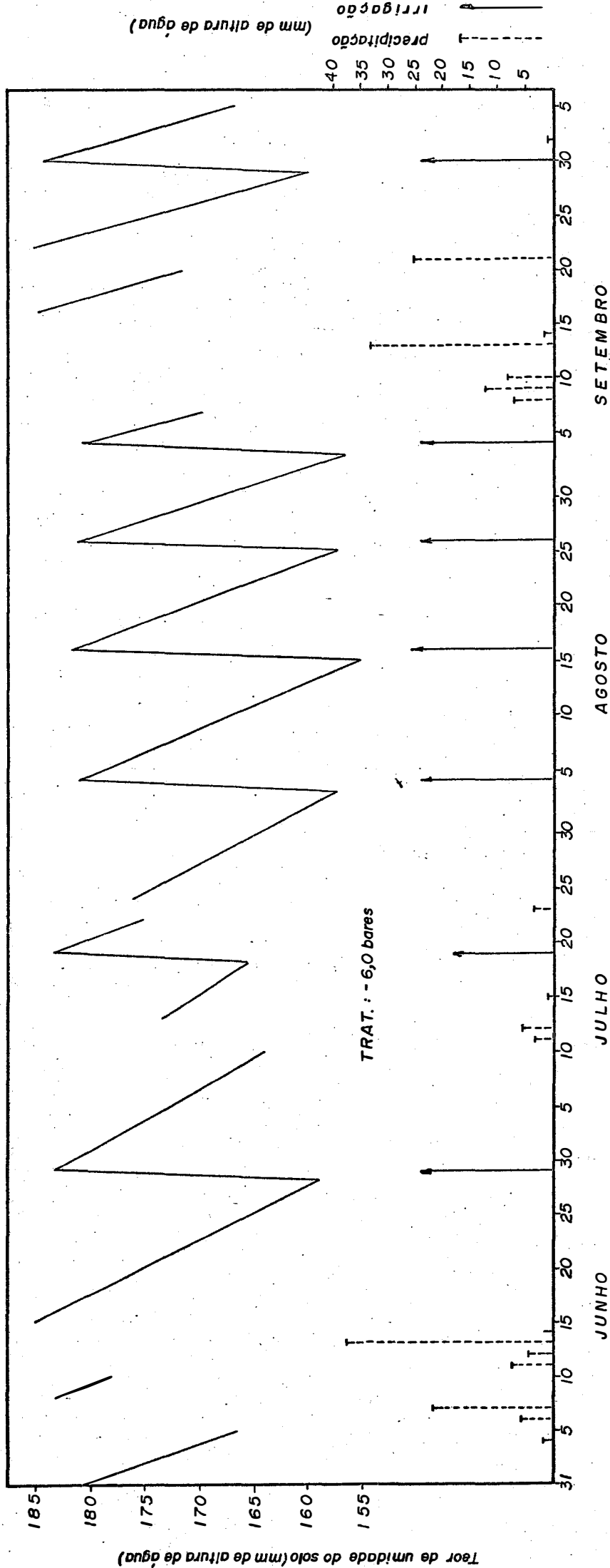


FIG. 14- Tratamento - 6,0bares - estimativas das variações do teor de umidade do solo na camada 0-50<sup>cm</sup>, irrigação e precipitação (cultura de cebola, 1967)

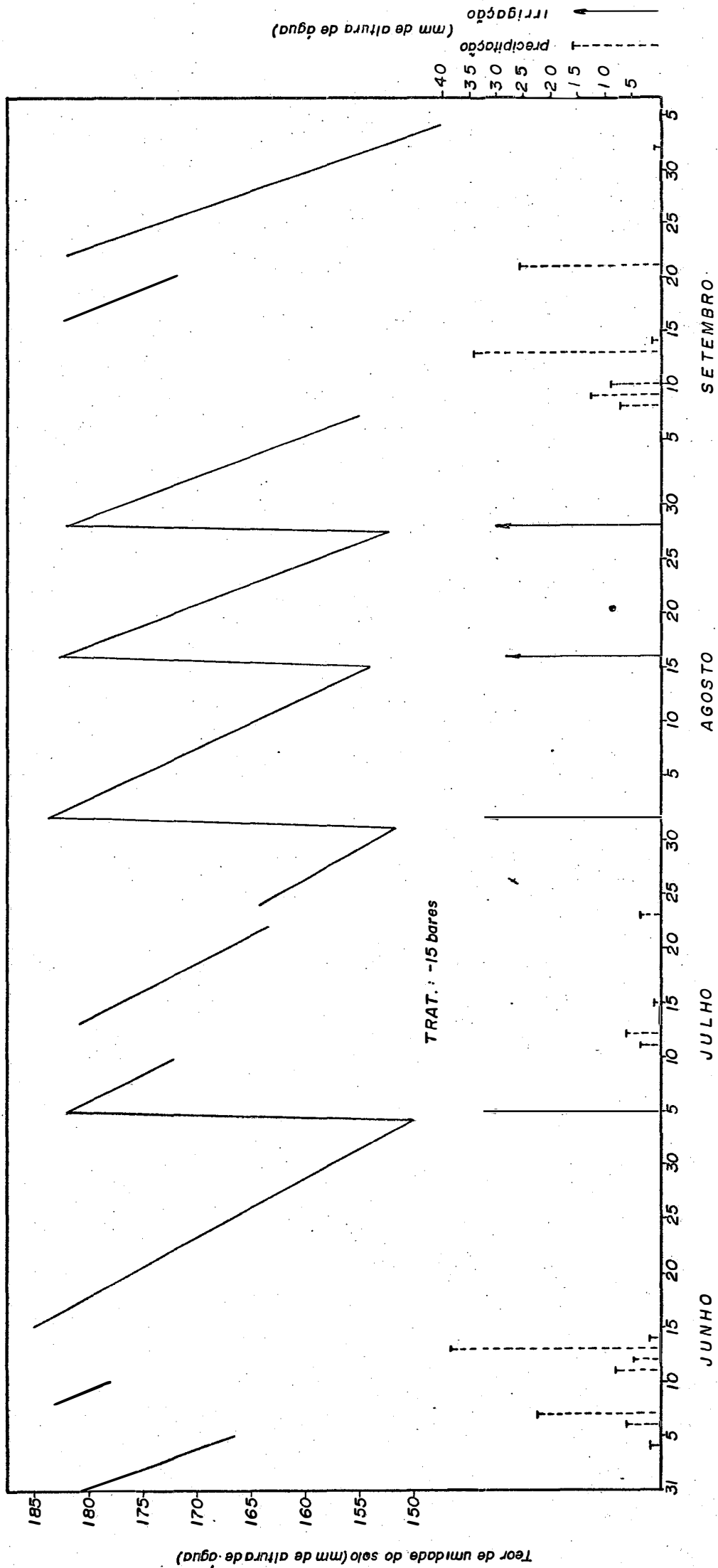


FIG. 15 - Tratamento -15 bares - estimativas das variações do teor de umidade do solo, na camada 0-50<sup>cm</sup>, irrigação e precipitação (cultura de cebola, 1967.)

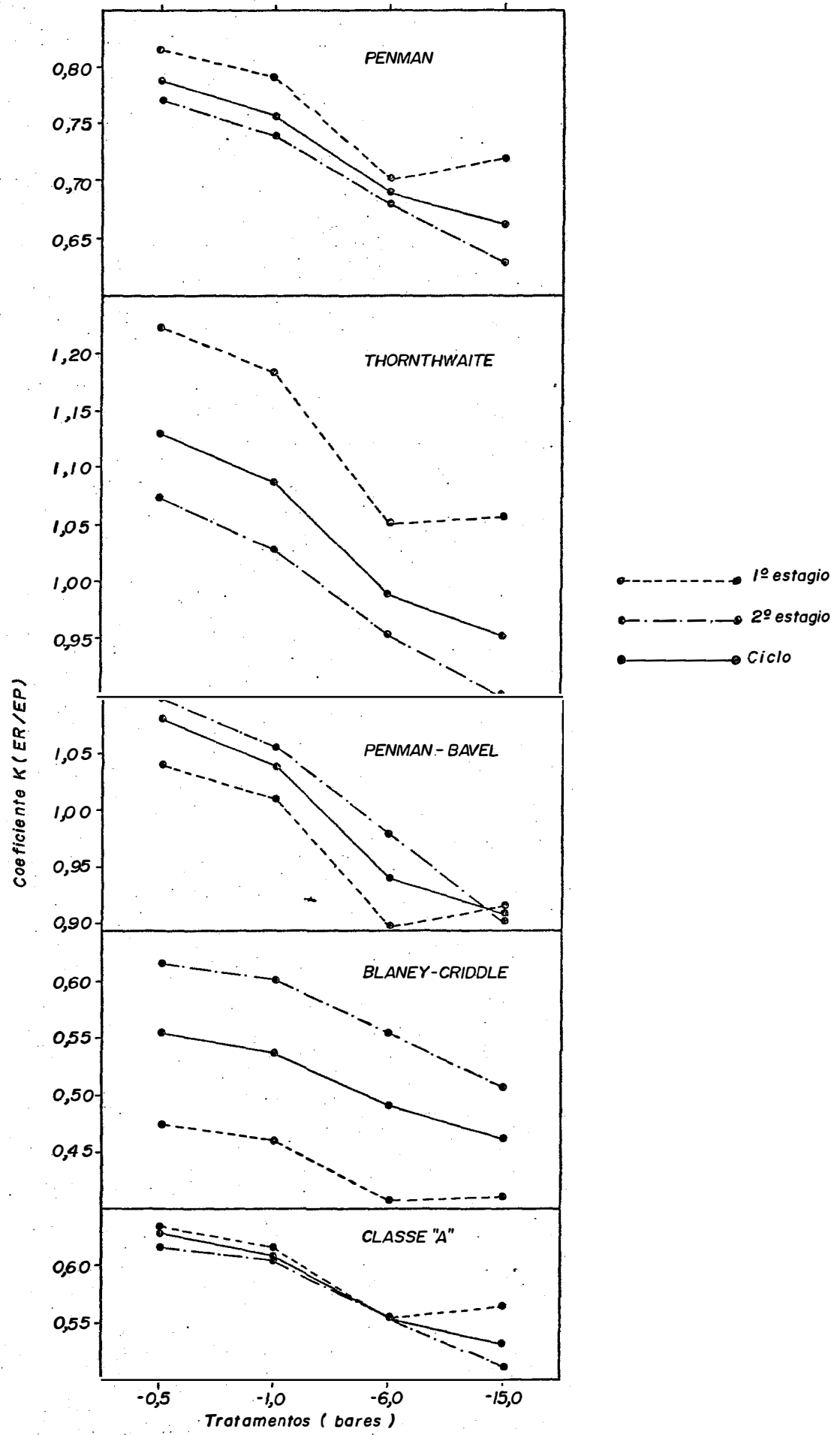


Fig.16 Coeficientes de correção nos estágios estudados para os tratamentos conduzidos. (cebola, 1967)

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo encerra uma tentativa de concluir sobre as necessidades de água das culturas de gladiólos e da cebola para as condições de solo e clima consideradas.

Os fatores de solo, clima e da própria planta, atuando conjuntamente tornam difícil a previsão sobre os potenciais de água do solo que afetam o desenvolvimento conveniente das plantas, sem um estudo que os configure com um todo. Determinados aumentos na demanda evaporativa da atmosfera, reduzem o potencial de água na planta e aumentam o gradiente de potencial de água do solo para a planta. E, o movimento ascendente da água nas plantas ocorre devido ao gradiente de energia livre, alto nas raízes e baixo na parte aérea. Assim, a manutenção de condições hídricas favoráveis às plantas são inerentes a potenciais de umidade do solo, também favoráveis ao desenvolvimento vegetal.

Os resultados obtidos do presente trabalho mostraram a ampla variação proporcionada pelos tratamentos convencionados de umidade do solo. As informações provenientes poderão, pelo menos, oferecer elementos suficientes à organização de anteprojetos para planejamentos de irrigação, com base numa indispensável análise econômica.

## 5.1. Produção, desenvolvimento vegetativo e precocidade

### 5.1.1. Produção

Os resultados concernentes às variáveis relativas à produção de flores e do segmento floral da haste (QUADRO 2 e Figura 2) indicam uma significativa vantagem dos tratamentos mantidos a potenciais de umidade do solo superiores a - 6,0 bares. A componente linear da análise de regressão, entre estas variáveis e os níveis de água, mostrou-se significativa, indicando um incremento no número de flores por haste e no comprimento do segmento floral. Pela componente quadrática, de ambas as variáveis, analisada conjuntamente com as médias e o gráfico da Figura 2, verifica-se que a curvatura é no sentido de se ter um incremento maior para ambos os fatores entre os tratamentos - 15,0 e - 6,0 bares, para a cultura de gladiolos.

Os QUADROS 3 e 5 e as Figuras 3 e 5 ilustram, mais pormenorizadamente, os resultados decorrentes dos tratamentos sobre o número de flores e o comprimento do segmento floral, verificando-se os menores valores ocorrendo no tratamento em que os potenciais de umidade do solo eram mais baixos. Verifica-se, ainda, que quando os potenciais mínimos eram de, aproximadamente, - 0,5 bar não surgiram hastes com menos de oito flores e segmentos florais menores que 20 cm, o mesmo não ocorrendo com os demais tratamentos, mormente no irrigado com menor freqüência.

HAGAN et al (1957) verificaram que a formação de flores sofrem influência dos potenciais de umidade do solo e CRANDALL e CHAMBERLAIN (1972) concluíram que maiores níveis de umidade do solo aumentam o número de flores por planta.

Estes resultados não diferem daqueles obtidos por HALEVY (1962) e SHILLO e HALEVY (1964) que verificaram um aumento na

produção e qualidade das flores de gladiólos com o aumento da frequência de irrigação. Estes mesmos autores concluíram ser a produção de bulbos menos susceptível que a de flores a baixos potenciais de umidade do solo. O QUADRO 8, que configura os resultados relativos à produção de bulbos, corrobora a assertiva destes autores: houve significância no efeito dos distintos tratamentos de irrigação com ênfase para a componente quadrática da análise de regressão, conforme pode-se comprovar através dos gráficos da Figura 7 que envolve as produções e números de bulbos. Houve um decréscimo na produção à medida em que se aumentava a frequência de irrigação até o tratamento - 1,0 bar, com maior ênfase para a variável relativa ao peso médio dos bulbos grandes que demonstrou significância da componente linear na análise de regressão. Do tratamento de potencial de umidade - 1,0 bar até - 0,5 bar, houve acréscimo da produção para as características estudadas, relativas aos bulbos.

DAVIS (1942) afirmou que o potencial de água sendo mais elevado nas raízes que na parte aérea, principalmente com as plantas em déficit de água, conduz a um maior acúmulo de carboidratos nas raízes que são utilizados para o crescimento das mesmas. O mesmo raciocínio pode ser transferido para os bulbos do gladiolo, que são órgãos de reserva (JANICK, 1963).

Outros autores, como GATES (1955) e WARDLAN (1968) concluíram que a redução na água disponível produziu um aumento na produção de substâncias dirigindo-se às raízes. Por outro lado, VAADIA et al (1961) verificaram que a seca afeta o metabolismo dos carboidratos e SOSEBEE e WIEBE (1971), que o potencial de água na planta tem notável influência na distribuição dos produtos fotossintéticos. A água é o veículo em que sais minerais, açúcares e outros solutos se movem de órgão para órgão; é o reagente na fotossíntese e em outros processos hidrológicos, como a digestão do amido (KRAMER, 1963).

A produção de bulbos de cebola se comportou diferentemente dos de gladiolos. Apresentou, também, ampla variação, porém, com um acréscimo constante à medida em que eram mantidos teores mais elevados de umidade do solo (QUADRO 18 e Figura 11) conforme se pode avaliar pela magnitude da componente linear na análise de regressão <sup>corroborando os resultados</sup> obtidos por CURRY (1937 e 1941), DRINKWATER e JANES (1955) e KLAR (1967).

Conforme se pode verificar houve um comportamento distinto entre as duas culturas, no que concerne à produção de bulbos, confirmando as assertivas de BAIER (1965 e 1967), de que as plantas respondem de maneira diferente às variações de umidade do solo e segundo HAGAN et al (1957), inclusive as características de uma mesma planta reagem diferentemente aos potenciais de umidade do solo, sendo umas distintamente afetadas e outras, insensíveis.

Foram auferidos resultados diversos, em alguns aspectos, dos trabalhos desenvolvidos por KLAR (1967), no que concerne à incidência de anomalias nos bulbos. Este autor desenvolveu seus trabalhos no mesmo solo e com a mesma variedade dos do presente estudo, porém, diferindo quanto ao tipo de propagação, neste por mudas, naquele por bulbinhos, o que envolve variação na época do plantio e, conseqüentemente, no fotoperiodismo e temperatura. Estes dois últimos fatores, aliados à reserva de nitrogênio do solo, interferem decisivamente nos processos de formação dos bulbos de cebola (TORRES, 1951).

CURRY (1937 e 1941) e KLAR (1967 e 1971) não encontraram variações nas incidências de defeitos ou anomalias nos bulbos de cebola. No presente estudo, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência de perfilhamentos conforme se pode verificar pelas componentes quadrática e cúbica da análise de regressão (QUADRO 18 e Figura 11). Por outro lado, a análise estatís-

tica não mostrou variações proporcionadas pelos tratamentos sobre a incidência de cebolões.

Convém salientar que DRINKWATER e JANES (1955) verificaram maior incidência de defeitos nos tratamentos irrigados mais freqüentemente, em dois híbridos de cebola.

#### 5.1.2. Desenvolvimento vegetativo

Esta variável foi avaliada pela altura total das plantas na cultura de gladiolos e comportou-se de maneira semelhante às relativas à produção de flores, com as componentes linear e quadrática na análise de regressão apresentando efeitos significativos (QUADRO 2 e Figura 2). Houve ênfase ao maior distanciamento do tratamento - 15,0 bares dos demais. O QUADRO 4 e a Figura 4 evidenciaram os resultados analíticos demonstrando uma tendência de deslocamento da altura das plantas para a esquerda no gráfico da Figura 4, à medida em que foram aumentados os potenciais de umidade do solo.

Na cultura da cebola, o desenvolvimento vegetativo, avaliado pelo peso da parte aérea, mostrou um acréscimo constante acompanhando os potenciais de umidade do solo. A análise estatística mostra esta variabilidade através da componente linear da análise de regressão (QUADRO 19 e Figura 11). Estes resultados corroboram os obtidos por SINGH e ALDERFERO (1966 e KLAR (1967), ao generalizarem que, altos potenciais de umidade do solo concorrem, intensamente, para o desenvolvimento vegetativo da cultura da cebola.

Comparando-se as duas culturas estudadas, com relação ao desenvolvimento vegetativo, verifica-se que, para a de gladiolos a manutenção de níveis de umidade do solo superiores a - 6,0 bares conduzem a resultados favoráveis, tal como ocorreu com a produção de flores, enquanto que, para a cebola, necessária se faz, a manutenção de níveis superiores a - 0,5 bar, identificando-se com a produção de bulbos de cebola.



### 5.1.3. Precocidade

Os QUADROS 6 e 7 e o gráfico da Figura 6 indicam a ampla influência dos tratamentos sobre a velocidade de produção de flores. A componente linear na análise de regressão mostrou-se altamente significativa, delineando um incremento na precocidade, à medida em que eram mantidos potenciais mais elevados de umidade do solo. Este resultado induz à recomendação de que a frequência de irrigação interfere, inclusive na época de colocação do produto no mercado. Pelo QUADRO 7 e pela Figura 6, se verifica que a 31 de outubro cerca de 88% das flores, do tratamento irrigado mais frequentemente, estavam colhidas e, nos tratamentos subsequentes, as porcentagens caíram linearmente com os potenciais de umidade do solo, atingindo o valor de 41,5% para o tratamento em que o potencial mínimo foi de - 15,0 bares. Saliente-se que nos trabalhos desenvolvidos por GRANDALL e CHAMBERLAIN (1972) há a seguinte afirmativa: os potenciais de umidade do solo interferem na velocidade de florescimento.

Enquanto nos gladiólos houveram diferenças palpáveis no ciclo de maturação, tal não ocorreu com a cultura da cebola. O QUADRO 19 e a Figura 12 mostram não haver interferência dos tratamentos de umidade do solo sobre esta variável. Acrescente-se que talvez a metodologia utilizada tenha interferido no resultado. Porém, CURRY (1937) e KLAR (1967) encontram resultados semelhantes embora discordantes em parte, dos de DRINKWATER e JANES (1955) que, de dois ensaios instalados, um, apenas, apresentou amadurecimento mais rápido nas parcelas de elevados potenciais de umidade do solo.

### 5.2. Evapotranspiração

Conforme delineado anteriormente, foram avaliadas as taxas de evapotranspiração real, através do método do balanço de

água, as de evapotranspiração potencial pelos métodos de Penman, Thornthwaite, Penman-Bavel e Blaney-Criddle e a evaporação medida através do tanque Classe A.

### 5.2.1. Evapotranspiração real

Iniciou-se a avaliação do teor de umidade do solo a 28 de agosto, na cultura de gladiolos em todos os tratamentos. Nestes, a quantidade mínima de água no solo, na camada 0-50 cm até o fim do ciclo alcançou os valores de 171 mm, 165 mm, 160 mm e 155 mm, respectivamente nos tratamentos: - 0,5; - 1,0; - 6,0 e - 15,0 bares, perfazendo um total gasto de água, seguindo a mesma ordem de, aproximadamente: 245,62; 242,94; 232,90 e 229,16 mm em todo o ciclo (QUADROS 9 a 12 e Figuras 8 e 9). Analisando-se estas figuras se verifica, ainda, que houve um total de precipitação de 299,4 mm e os totais respectivos de água incorporada, artificialmente, de: 154, 150, 132 e 112 mm de altura d'água. Nestes últimos valores se verifica que o maior coube ao tratamento - 0,5 bar, havendo um decréscimo, à medida em que se atingiam os potenciais mais baixos de umidade do solo.

Na cultura da cebola, as estimativas do teor de umidade do solo, se iniciaram a 31 de maio. A quantidade mínima de água no solo durante todo o ciclo atingiu os valores de: 170, 163, 155 e 150 mm de altura de água com um gasto de: 300,20; 293,19; 266,33 e 252,62 mm no ciclo, respectivamente, nos tratamentos: - 0,5; - 0,1; - 6,0; e - 15,0 bares (QUADROS 20 a 23 e Figuras 13 a 15).

Os Gráficos das Figuras 13 a 15 mostram, ainda, que ocorreram durante todo o ciclo um total de 180 mm de precipitação e nos tratamentos - 0,5; - 1,0; - 6,0 e - 15,0 bares, os totais respectivos de 208, 180, 164 e 122 mm de altura de água, incorporada artificialmente.

Comparando-se as duas culturas se verifica que a cebola teve os totais de água evapotranspirada, superiores aos ocorridos na cultura de gladiolos, o que seria esperado pela maior duração do ciclo. Esta mesma observação cabe no que concerne à água de irrigação, embora nos meses em que se desenvolveu a cultura de gladiolos ocorreram mais chuvas. Este último fato pode, talvez, orientar quanto aos valores obtidos no desenvolvimento vegetativo de ambas as culturas (QUADRO 2 e 19) que, no caso dos gladiolos pode ser incluído o das hastes florais. Enquanto a cultura da cebola apresentou só a componente linear da análise de regressão, altamente significativa, a de gladiolos mostrou ambas a linear e a quadrática. A cultura da cebola evidenciou um decréscimo constante com o abaixamento dos potenciais de umidade do solo, enquanto a de gladiolos só mostrou significância entre o tratamento - 15,0 bares e os demais. Provavelmente, esta ocorrência possa ser explicada pela grande precipitação (209,3mm) no período de florescimento dos gladiolos (Figuras 8 e 9).

Convém salientar, ainda, que houve um decréscimo constante na evapotranspiração, à medida em que se caminhava dos tratamentos mantidos em potenciais de umidade do solo mais elevados para os mais baixos, em ambas as culturas. Este fenômeno tem suporte em inúmeros trabalhos, anteriormente desenvolvidos, tais como, os de GARDNER (1960), DENMEAD e SHAW (1962) e EAGLEMAN e DECKER (1965) que evidenciam a maior importância da energia de retenção de água do solo, à medida em que são atingidos potenciais mais baixos de umidade do solo. Se forem analisadas as inclinações das retas de perdas de água, nos diversos tratamentos (Figuras 8, 9, 13, 14 e 15) se verifica que as quedas são menos proeminentes à medida em que vão sendo atingidos os tratamentos menos úmidos. Na realidade, o fenômeno deveria ser representado através de curvas, mais inclinadas no início, com teores mais elevados de umidade e menos, quando nos potenciais mais baixos de umidade do solo. No presente trabalho, não foram de -

envolvidas tais curvas pela própria metodologia usada na avaliação do teor de umidade do solo, não suficientemente precisa para estimativas diárias.

### 5.2.2. Evapotranspiração potencial

Para ambas as culturas dividiu-se o ciclo em dois estágios. Nos gladiolos, o primeiro desenvolveu-se até o dia 5 de outubro e o segundo até o dia 14 de novembro, quando se concluiu ser desnecessária a continuação da irrigação. No dia 4 de agosto, se iniciou o segundo estágio da cultura da cebola indo até o dia 5 de outubro. Esta divisão, se identifica com a variação de perda de água das culturas, embora se deva concordar com a assertiva de NIX e FITZPATRICK (1969) de que a divisão em estágios de uma cultura seja arbitrária.

Preenchendo os objetivos propostos, avaliou-se a evapotranspiração real de quatro tratamentos de umidade do solo, condicionados às duas culturas. Estes dados foram submetidos a análises de correlação e auferidos os coeficientes de conversão  $ER/EP$  para os estágios e ciclo total das culturas estudadas. Os valores de EP, foram estimados pelos processos já citados, acumulando os dados em períodos distinguidos pelos intervalos entre duas irrigações, idênticos aos usados para a avaliação da ER.

#### 5.2.2.1. Método de Penman

Os valores obtidos por este método proporcionaram correlações altamente significativas com os valores de ER, analisados através da média diária no período entre duas irrigações em todos os tratamentos (QUADROS 13 e 24).

Na cultura de gladiolos, os valores dos coeficientes de correlação ( $r$ ) foram significativos em todos os estágios e no ciclo,

excetuando-se o 2º estágio do tratamento mais seco. Por outro lado, na cultura da cebola, o fenômeno repetiu-se, porém, acrescentando-se valores não significativos de "r", também, nos estágios: 1º do tratamento - 6,0 bares e 1º e 2º do tratamento - 15,0 bares. Este fato parece indicar que em níveis mais baixos de umidade do solo, a cebola tem maior dificuldade em retirar água para satisfazer a demanda evaporativa. STANHILL (1965) relata que culturas diferentes, mesmo recebendo tratamento ótimo de irrigação, têm variações nas perdas de água por transpiração. Esta assertiva foi corroborada por MONTENY (1972).

O método de Penman que apresentou correlações mais estreitas, entre os métodos estudados, envolve inconvenientes concernentes à obtenção dos dados meteorológicos, porém estes, no desenvolvimento do método, abrangem um conjunto que envolve os principais fatores responsáveis pela evapotranspiração. Os resultados obtidos de ampla correlação de ER e EP foram preconizados por diversos autores, entre eles, STANHILL (1961) que evidenciou, ser o método de Penman, um dos mais precisos na avaliação de EP. DECKER (1962) e TOVEY et al (1969) encontraram resultados bastante favoráveis ao método. Convém salientar, entretanto, que o processo preconizado por Penman perde eficiência assim como outros, com o aumento da incidência de energia de advecção que é menos significativa em condições de clima úmido (SLATYER, 1967).

Os coeficientes de conversão ER/EP, apresentaram valores consistentes nas comparações envolvendo o ciclo das culturas, com decréscimo dos valores à medida em que eram atingidos os tratamentos mais secos. Na cultura da cebola surgiram maiores variações entre os tratamentos mais úmidos e secos (de 0,7882 para 0,6633) que na cultura de gladiolos (de 0,7392 para 0,6896) (QUADRO 24). Este fato vem de encontro com as assertivas de BAHRANI e TAYLOR (1961), EAGLEMAN e DECKER (1965) e DENMEAD e SHAW (1962) de que o fator solo, através de

suas forças de retenção, atua mais intensamente, à medida em que o potencial de água disponível do solo às plantas diminui em seu valor. Ou seja, com o potencial de umidade do solo, envolvendo as raízes, de crescendo, a taxa de absorção de água é diminuída (GARDNER, 1960).

Os trabalhos desenvolvidos por KRAMER (1963) e PETERS e RUSSEL (1965) configuram ser o estado do potencial de água na planta, em qualquer tempo, dependente do teor de umidade do solo, tipo de solo, espécie e idade fisiológica das plantas e das condições meteorológicas. Saliente-se que a transpiração se relaciona diretamente ao potencial de umidade do solo (SALIM e TODD, 1965), o mesmo ocorrendo com a fotossíntese (TODD e WEBSTER, 1965).

As Figuras 10 e 16, mostram que, de fato, houve um decréscimo na evapotranspiração real com o desenvolvimento das forças de retenção de água do solo. Os resultados expressos por estes gráficos e pelos QUADROS 13 e 24, demonstram, ainda, a diferenciação entre as culturas, a medida em que se desenvolvem. Quando da utilização dos coeficientes auferidos através do método de Penman se verifica que a cultura de gladiolos apresentou diferente variação do 1º para o 2º estágio em relação a de cebola. A variação encontrada entre as culturas de gladiolos e da cebola são provenientes das diferenças na porcentagem de cobertura, na profundidade das raízes e na resistência ao fluxo de água (BIERHUIZEN et al, 1965). Acrescente-se, ainda, que a cultura da cebola desenvolveu-se em condições de menor demanda evaporativa atmosférica, principalmente no 1º estágio.

#### 5.2.2.2. Método de Thornthwaite

Os QUADROS 14 e 25 indicativos dos resultados relativos à análise de regressão entre ER e EP, por Thornthwaite, demonstram a não correlação entre os dados para a cultura de gladiolos. Porém, o mesmo não ocorreu com a cultura da cebola, onde se verificou

estreita correlação, quando da consideração do ciclo da cultura, verificando-se, ainda, valores superiores à unidade para os coeficientes de conversão nos tratamentos com níveis mais elevados de umidade do solo e inferiores nos demais, o que repete o ocorrido para o método anterior, quanto à diminuição de ER.

DECKER (1962) e CAMARGO (1966) encontraram boas correlações usando o método de Thornthwaite. Estes autores utilizaram outras culturas em outras condições climáticas e de solo. Decker o fez com milho, concluindo que as melhores correlações surgiram em potenciais elevados de umidade do solo e, Camargo, trabalhou com lisímetros com os teores de umidade do solo próximos à capacidade de campo, utilizando grama batatais.

#### 5.2.2.3. Método de Penman-Bavel

Este método foi desenvolvido através de uma simplificação do método de Penman, mostrando-se útil para a avaliação das perdas de água das culturas, ora estudadas, principalmente no tocante ao ciclo total, conforme pode ser verificado pelos QUADROS 15 e 26. Analisando-se estes quadros, verifica-se que a cultura da cebola apresentou coeficientes de correlação mais significativos que a de gladiolos. CAMARGO (1966) encontrou correlações significativas entre o método e a evapotranspiração medida em lisímetros.

Os coeficientes de conversão foram todos superiores à unidade para a cultura de gladiolos, embora houvessem as quedas quando do decréscimo dos potenciais de umidade do solo. Na cultura da cebola os tratamentos de níveis mais elevados de umidade do solo apresentaram coeficientes superiores à unidade e, nos demais, inferiores, ocorrendo, portanto, as mesmas quedas.

#### 5.2.2.4. Método de Blaney-Criddle

Como ocorreu na análise do método de Thornthwaite, também, neste, foram baixos os coeficientes de correlação, mormente quanto à cultura de *gladiolos* onde se verificaram valores significativos, apenas, no ciclo total da cultura nos dois tratamentos mais úmidos (QUADRO 16). Na cultura da cebola, os coeficientes de correlação mostraram-se significativos quando configurou-se o ciclo total (QUADRO 27). Fazendo-se, uma análise comparativa entre os métodos de Thornthwaite e o de Blaney-Criddle, verifica-se uma leve vantagem deste sobre aquele no que se refere à consistência das comparações. Nos experimentos de CAMARGO (1966) também são encontrados valores significativos para as relações de ER com EP pelo método de Blaney-Criddle.

Os valores do coeficiente de conversão foram todos inferiores à unidade, sendo maiores para a cultura de *gladiolos* que para a da cebola, porém, com maiores variações para esta. À medida em que haviam decréscimos para os potenciais de umidade do solo, os coeficientes de conversão ER/EP tornavam-se menores.

PELTON et al (1960), em seus estudos, configuram que a temperatura média do ar não é uma medida que envolve todos os parâmetros do processo evaporativo, principalmente, em períodos curtos (que é o presente caso).

#### 5.2.3. Evaporação medida pelo tanque classe "A"

Os tanques de evaporação fornecem valores integrantes dos fatores meteorológicos envolvidos na evapotranspiração. Assim, em condições de potenciais elevados de umidade do solo, as perdas de água das culturas têm valores correlacionados com os do tanque classe "A" (FRITSCHEN e SHAW, 1961). Esta assertiva condiz com os resultados obtidos no presente estudo, para ambas as culturas, principalmente,



quanto aos tratamentos mais úmidos (QUADROS 17 e 28). Este último fato corrobora as conclusões de STANHILL (1962) de que a evapotranspiração das culturas encontra-se altamente correlacionada com a evaporação de tanques classe "A", principalmente nos melhores tratamentos de umidade do solo. Na cultura da cebola, se evidenciou, ainda, correlações significativas para os ciclos totais dos tratamentos - 6,0 e - 15,0 bares, e na de gladiolos, no tratamento - 6,0 bares, somando-se às significâncias ocorridas nos outros dois tratamentos mais úmidos de ambas as culturas.

Analisando-se os coeficientes de conversão dos QUADROS 17 e 28 e dos gráficos das Figuras 10 e 16, se verificaram valores superiores para os tratamentos mais úmidos, onde ocorreram maiores significâncias para "r". A luz dos valores de  $ER/E_0$  colocados, graficamente, nas Figuras 10 e 16, se verifica que as curvas relativas aos dois estágios quase se superpõem no caso da cultura da cebola e se distanciam na cultura de gladiolos. Isto indica que durante o desenvolvimento das culturas, a de gladiolos apresentou ampliação nítida nas taxas de evapotranspiração, diferentemente ao que ocorreu com a de cebola. Evidencia-se, ainda, que os coeficientes de conversão foram menores no primeiro estágio para os gladiolos que para a cebola e o inverso ocorreu no segundo estágio. Analisando fenômenos semelhantes, GORNAT et al (1971) evidenciaram que a razão  $ER/E_0$  se altera durante a estação de crescimento, mais devido às condições evaporativas e ao teor de umidade do solo que à variação na cobertura vegetal. Alguns autores deram ênfase às influências do estágio de crescimento das plantas (STANHILL, 1962 e EKERN, 1966) e outros salientaram as condições evaporativas e a influência da umidade do solo (EAGLEMAN e DECKER, 1965; MAKING e HEEMST, 1956).

Entre os trabalhos desenvolvidos, analisando a viabilidade de utilização do tanque classe "A" para a avaliação da evapotranspiração das culturas podem ser citados, entre outros, os devidos

a DENMEAD e SHAW (1959), DOSS et al (1962), FUCHS e STANHILL (1963), KALMA e STANHILL (1970), SCARDUA (1970) e SILVA (1972).

Convém salientar que STANHILL (1961) recomendou a utilização do tanque classe "A", para estimativas de perda de água das culturas, em Israel, por se apresentar como o método mais preciso , prático e econômico.

## 6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e nas condições aqui estudadas, permitiu-se chegar às principais conclusões:

6.1. A manutenção de potenciais de umidade do solo superiores a - 6,0 bares proporcionaram melhor desenvolvimento às variáveis relativas à parte aérea (número de flores por haste, comprimento do segmento floral e altura da planta) para a cultura de gladiolos.

6.2. As produções de bulbos de gladiolos (peso e número) foram mais efetivas no tratamento mais seco, cujos potenciais mínimos de umidade do solo atingiam valores que se aproximavam de - 15,0 bares.

6.3. As produções de bulbos de cebola se configuraram mais elevadas à medida em que foram atingidos os tratamentos com potenciais mais elevados de umidade do solo, com o rendimento máximo no tratamento - 0,5 bar. Acrescenta-se que a incidência de defeitos ou anomalias nos bulbos não intervieram, decisivamente, nas produções.

6.4. O desenvolvimento vegetativo, na cultura da cebola, evoluiu com o aumento dos potenciais de umidade do solo, atingindo valores máximos no tratamento - 0,5 bar.

6.5. Houve um incremento na precocidade de florescimento, na cultura de gladiolos, à medida em que foram atingidos os tratamentos mais úmidos, com o menor ciclo nas parcelas cujos potenciais de umi-

dade do solo foram superiores a  $- 0,5$  bar. Na cultura da cebola não surgiram interferências das variações conduzidas na umidade do solo sobre o ciclo de maturação.

6.6. Ambas as culturas demonstraram decréscimo na evapotranspiração real, à medida em que decresceram os potenciais de umidade do solo. As ER totais, para a cultura de gladiolos foram, aproximadamente: 245,62; 242,94; 232,90 e 229,16 mm e para a cebola: 300,20; 293,19; 266,33 e 252,62 mm de altura de água, respectivamente, para os tratamentos em que os potenciais mínimos de umidade do solo atingiram valores próximos a:  $- 0,5$ ;  $- 1,0$ ;  $- 6,0$  e  $- 15,0$  bares.

6.7. Os coeficientes de conversão (ER/EP) com o uso do método de Penman proporcionaram estimativas consistentes superando os demais métodos em todos os tratamentos. Os métodos que se mostraram mais convenientes foram, pela ordem: Penman; classe "A"; Penman-Bavel; Blaney-Criddle e Thornthwaite. Para a cultura da cebola, as correlações mostraram-se mais consistentes. Saliente-se que os dados auferidos através do método de Thornthwaite não se evidenciaram estatisticamente correlacionados com os de evapotranspiração real, no que se refere à cultura de gladiolos.

6.8. Considerando-se o tratamento mais úmido ( $- 0,5$  bar), que se evidenciou como o mais favorável para ambas as culturas, foram auferidos os seguintes coeficientes de conversão:

MÉTODOS	(Coeficientes de conversão ER/EP)					
	Gladiolos			Cebola		
	1º est.	2º est.	ciclo	1º est.	2º est.	ciclo
Penman	0,72	0,75	0,74	0,82	0,77	0,79
Classe "A"	0,60	0,73	0,66	0,64	0,63	0,63
Penman-Bavel	1,07	-	1,09	1,04	1,10	1,08
Blaney-Criddle	-	-	0,61	-	-	0,55
Thornthwaite	-	-	-	-	-	1,13

## 7. RESUMO

A técnica de aplicação de água às culturas envolve diversos aspectos relacionados a fatores climáticos, de solo e das próprias plantas.

O presente trabalho teve por finalidade a determinação das necessidades de água das culturas de cebola (Var. Baía Periforme Precoce) e de gladiolos (Var. Snow Princess) e a avaliação destas por métodos climatológicos. Para tanto, foram instalados os ensaios num solo da série Luiz de Queiroz (RANZANI et al, 1966), sendo a irrigação procedida pelo método de sulcos de infiltração e as estimativas de umidade do solo determinadas pelo método gravimétrico padrão. Delinearam-se quatro tratamentos, distinguidos pelos potenciais mínimos de umidade do solo: - 0,5; - 1,0; - 6,0 e - 15,0 bares.

Os resultados obtidos evidenciaram as seguintes principais conclusões, para as condições estudadas:

a) para a cultura de gladiolos, a manutenção de potenciais de umidade do solo superiores a - 6,0 bares proporcionaram melhor desenvolvimento às variáveis relativas à haste floral e ao desenvolvimento vegetativo. Inversamente, a produção de bulbos se desenvolveu com maior intensidade no tratamento - 15,0 bares. Houve um incremento na precocidade de florescimento à medida em que foram atingidos os tratamentos mais úmidos;

b) as produções de bulbos e o desenvolvimento vegetativo para a cultura da cebola foram mais proeminentes, à medida em que eram alcançados potenciais mais elevados de umidade do solo. Não houve interferência dos tratamentos sobre o ciclo de maturação;

c) ambas as culturas demonstraram decréscimo na evapotranspiração real, à medida em que decresceram os potenciais de umidade do solo;

d) os coeficientes de conversão de evapotranspiração real para evapotranspiração potencial (ER/EP) mostraram-se mais consistentes, pela ordem, com a utilização dos métodos: Penman; classe "A"; Penman-Bavel; Blaney-Criddle e Thornthwaite. Para cultura da cebola as correlações mostraram-se mais significativas.

e) considerando-se o tratamento cujo potencial mínimo de umidade do solo foi - 0,5 bar foram auferidos os seguintes coeficientes de conversão:

M É T O D O S	Coeficientes de Conversão (ER/EP)					
	Gladiolos			Cebola		
	1º est.	2º est.	ciclo	1º est.	2º est.	ciclo
Penman	0,72	0,75	0,74	0,82	0,77	0,79
Classe "A"	0,60	0,73	0,66	0,64	0,63	0,63
Penman-Bavel	1,07	-	1,09	1,04	1,10	1,08
Blaney-Criddle	-	-	0,61	-	-	0,55
Thornthwaite	-	-	-	-	-	1,13

## 8. SUMMARY

Water requirement for onion (Baia Periforme Precoca variety) and gladiolus (Snow Princess variety) was studied by means of field experiments in which water was supplied by the furrow-irrigation method. Climatological methods were used to evaluate the water need of these plants.

The field trials were conducted on a Luiz de Queiroz soil series (RANZANI et al, 1966). Four treatments were used in which soil water potential was maintained at a minimum of - 0.5; - 1.0; - 6.0 and - 15.0 bars, respectively. Soil moisture content was controlled gravimetrically.

The results obtained led to the following main conclusions:

a) soil water potentials over - 6.0 bars resulted in better development of floral stem and vegetative growth of gladiolus. The formation of corms was favored by the - 15.0 bars treatment. A relationship was found to exist between early flowering and increasing available moisture;

b) yield of onion bulbs and the vegetative growth of the crop increased with soil water potential. The treatments didn't however show any detectable effect on the crop maturing cycle;



c) both gladiolus and onions showed a decrease in evapotranspiration with a decrease in soil moisture potential;

d) the consistency of various methods for the determination of the ratio of actual evapotranspiration to potential evapotranspiration was rated as follows: Penman; Class "A"; Penman-Bavel; Blaney-Criddle and Thornthwaite. The correlations tested were more significant for onions;

e) the following ratios were determined for the treatment in which the minimum soil moisture potential was - 0,5 bar:

M E T H O D	Ratio (ER/EP)					
	Gladiolus			Onion		
	1 <sup>st</sup> phase	2 <sup>nd</sup> phase	cycle	1 <sup>st</sup> phase	2 <sup>nd</sup> phase	cycle
Penman	0.72	0.75	0.74	0.82	0.77	0.79
Class "A"	0.60	0.73	0.66	0.64	0.63	0.63
Penman-Bavel	1.07	-	1.09	1.04	1.10	1.08
Blaney-Criddle	-	-	0.61	-	-	0.55
Thornthwaite	-	-	-	-	-	1.13

## 9. BIBLIOGRAFIA CITADA

- BAHRANI, B. e TAYLOR, S.A. Influence of soil moisture potential and evaporative demand on the actual evapotranspiration from an alfafa field. Agron. J 53: 233-236. 1961.
- BAIER, W. The interrelationship of meteorological factors, soil moisture and plant growth. Int. J. Biometeorol. 9: 5-20. 1965.
- \_\_\_\_\_ Recent advancements in the use of standard climatic data for estimating soil moisture. Ann. Arid Zone. 6: 1-21. 1967.
- BAVEL, C.H.M. van. A nomogram to estimate maximum evapotranspiration. North Carol. Sta. Coll. 1956. 31 p.
- \_\_\_\_\_ Estimation of soil moisture conditions and time for irrigation with the evapotranspiration method. Agric. Res. Serv. Soils Dep., U.S. Dep. of Agric. North Carol. Agric. Exp. Stn, Raleigh, N.C. 1955.
- BIERHUIZEN, J.F., SLATYER, R.O. e ROSE, C.W. A porometer for laboratory and field operations J. exp. Bot. 16: 182-191. 1965.
- BLANEY, H.F. e CRIDDLE, W.D. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Tech. Pub. Soil Conserv. Serv. 96. 1950. 48 p.
- BOUCHET, R.J. e ROBELIN, P. Evapotranspiration potentielle et réelle. Domaine d'utilisation portée pratique. Bull. Tech. Inform Ing. Serv. Agr. 238 | 55-62. 1969.

- CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial do Estado de São Paulo. Boletim do Inst. Agron. Campinas 161. 1966. 54 p.
- COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nac. de Ens. e Pesq. Agron., 1960. 634 p.
- CRANDALL, P.C. e CHAMBERLAIN, I.D. Effects of water stress, cane size, and growth regulators on floral primordia development in red Rasp berries. J. Am. Soc. Hort. Sci. 97: 35-40. 1972.
- CRIDDLE, W.D., DAVIS, S. PAIR, C.H. e SHOCKLEY, D.G. Methods for evaluating irrigation systems. Washington, U.S. Dept. Agric. 24 p. 1956.
- CURRY, A.S. Irrigation experiments with the early grano onion. Bull. New Mex. Agric. Exp. Stn. 245 39 p. 1937.
- \_\_\_\_\_ Effect of irrigation practices on the growth and yield of white grano onions. Bull. New Mex. Agric. Exp. Stn. 281, 34 p. 1941.
- DAVIS, C.H. Response of Cyperus rotundus L. to five moisture. Bot. Gaz. levels. Plant Physiol. 17: 311-316. 1942.
- DECKER, W.L. Precision of estimates of evapotranspiration in Missouri climate. Agron. J. 54: 529-531. 1962.
- DENMEAD, O.T. e McILROY, I.C. Measurements of non-potential evaporation from wheat. Agric. Met. 7: 282-302. 1970.
- \_\_\_\_\_ e SHAW, R.H. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. Agron. J. 51: 725-726. 1959.
- \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ Availability of soil water to plants as affected by moisture content and meteorological conditions. Agron. J. 54: 385-390. 1962.

- DIAS, M.S. Instruções para a cultura de cebola pelo processo de bulbinho: plantação do bulbinho. Piracicaba, Instituto de Genética, 7 p 1966 (mimeog.).
- DOSS, B.D., BENNETT, O.L e ASHLEY, D.A. Moisture use by forage species as related to pan evaporation and net radiation. *Soil Sci.* 98: 322-327. 1964.
- DRINKWATER, W.O. e JAMES, N.E. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 66: 267-278. 1955.
- EAGLEMAN, J.R. e DECKER, W.L. The role of soil moisture in evapotranspiration. *Agron. J.* 57: 626-629. 1965.
- EKERN, P.C. Evapotranspiration by bermudagrass sod. *Cynodon dactylon* L. *Agron. J.* 58: 387-390. 1966.
- ERWIN, A.T. e HABER, E.S. Irrigation for vegetable crops in Iowa. *Bul. Ia. Agric. Exp. Stn.* 308, 39 p. 1934.
- FAO, IAEA. Division of Atomic Research in food Agriculture. Coordinated Research Radiation Techniques to Water Use Efficiency Studies. 1966. (mimeog.).
- FRITSCHEN, L.J. e SHAW, R.H. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. *Agron. J.* 53: 149-150. 1961.
- FUCHS, M. e STANHILL, G. The use of class A evaporation pan data to estimate the irrigation water requirement of the cotton crop. *Israel J. Agric. Res.* 13: 63-78. 1963.
- GARDNER, W.R. Dynamic aspects of water availability to plants. *Soil Sci.* 89: 63-73. 1960.
- GATES, C.T. The response of the young tomato plant to a brief period of water shortage, I. The whole plant and its principal parts. *Aust. J. Biol. Sci.* 8: 196-214. 1955.

- GORNAT, B., GOLDBERG, D. e SADAN, D. Changes in the ratio between sugar beet evapotranspiration and pan evaporation during the growing season. Agron. J. 63: 256-258. 1971.
- HAGAN, R.M. and others. Relationships of soil moisture stress to different aspects of growth in Ladino Clover. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21: 360-365. 1957.
- HALEVY, A.H. Irrigation experiments with gladioli. IN: Adv. in hort. Sci. Pergamon press, Oxford. Vol II: 479-487. 1962.
- HOLMES, R.M. e ROBERTSON, G.W. A modulated soil moisture budget. Pl. Res. Inst. Res. Branch Ca. Dep. Agric. 87. 7 p. 1959.
- \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ Application of the relation between actual and potential evapotranspiration in dryland agriculture. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 6: 65-67. 1963.
- JANICK, I. Horticultural Science. S. Frco. Freeman, W.H. ed. 485 p. 1963.
- JENSEN, M.C. e HAISE, H.R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. J. Irrig. Drain. Am. Soc. civil Eng. 96: 25-38. 1970.
- KALMA, J.O. e STANHILL, G. Meteorological indices, evapotranspiration and drainage losses in citrus plantations. Div. Agric. Meteorol., Bet. Dagan, : 3 p. 1970.
- KING, K.M., TANNER, C.B. e SUOMI, V.E. A floating lysimeter and its evaporation recorder. Trans. Geoph. Union. Wash. 37: 738-742. 1956.
- KLÁR, A.E. A influência da umidade do solo sobre a cultura da cebola (Allium cepa, L.) Tese Dout. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 1967. 77 p.
- \_\_\_\_\_, KIMOTO, T. e SIMÃO, S. Estudo das necessidades de água de uma cultura de cebola (Allium cepa, L.) Ciência e Cultura, 23: 609-618. 1971.

- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. *Agron. J.* 55: 31-35. 1963.
- LEMON, E. R. The potentialities for decreasing soil moisture evaporation loss. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 20: 120-125. 1956.
- MAKKING, G.E. Examen de la formula de Penman. *Neth. J. Agric. Sci.* 5: 290-305. 1957.
- \_\_\_\_\_ e HEEMST, H.D.J. Van. The actual evapotranspiration as a function of the potential evapotranspiration and the soil moisture tension. *Neth. J. Agric. Sci.* 4: 67-72. 1956.
- MILLER, D.E. e AARSTAD, J.S. Available water as related to evapotranspiration rates and deep drainage. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35: 131-134. 1971.
- MONTENY, B.A. Evapotranspiration de differents couverts vegetaux en region mediterranne semiaride. *Agric. Meteorol.* 10: 19-38. 1972.
- NIX, H.A. e FITZPATRICK, E.A. An Index of crop water stress related to wheat and grain sorghum yields. *Agric. Meteorol.* 6: 321-337. 1969.
- OLIVEIRA, A.S. Estudos comparativos da evaporação potencial estimada por tanques e pelo método de Penman. Tese de Livre-Docência apresentada à Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz". USP. 91p. 1971.
- PASQUILL, F. Some estimates of the amount and diurnal variation of evaporation from clay and pasture in fair spring weather *Royal Meteorol. Soc.* 75. 1949.
- PELTON, W.L., KING, K.M. e TANNER, C.B. An evaluation of the Thornthwaite and mean temperature methods for determining potential evapotranspiration. *Agron. J.* 52: 387-395. 1960.

- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Royal Soc., Series A, 193: 120-145. 1948.
- \_\_\_\_\_ Evaporation: An introductory survey. Neth. J. Agric. Sci. 4: 9 - 30. 1956.
- PETERS, D.B. e RUSSEL, M.B. Relative water losses by evaporation in field corn. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23: 170-173. 1965.
- PIERCE, L.T. Estimating seasonal and short-term fluctuations in evapotranspiration from meadow crops. Bull. Am. Met. Soc. 39: 73-78. 1958.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 4<sup>a</sup> ed., Livraria Nobel, São Paulo. 430 p. 1970.
- PIZARRO, H.C. e VALVERDE, A.T. Estimacion de la evaporación piché y de la evapotranspiración en función de la radiación solar y de elementos climáticos. Anales Cient. Lima 7: 140-160. 1969.
- PLATT, R.B. e GRIFFITS, J. Environmental measurements and interpretation. New York, Reinhold Pub. Corp. ed. 235 p. 1965.
- PRUIT, W.O. e JENSEN, M.C. Determining when to irrigate. Agric. Engng. 36: 389-393. 1955.
- PURVIS, J.C. Graphical solution of the Penman equation for potential evapotranspiration. Mon. Weath. Rev.; U.S. Dep. Agric. 89: 192-196. 1961.
- RANZANI, G., FREIRE, O e KINJO, T. Carta de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. 1966. 85 p. (mimeog.).
- \_\_\_\_\_ Balanço hídrico do solo in Origem e Desenvolvimento do Solo. Vol. II. Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz". USP. 384-390. 1967.
- \_\_\_\_\_ A Marcha anual d água disponível do solo. O Solo, LXIV: 57 - 68. 1972.

- RICHARDS, L.A. The usefulness of capillary potential to soil moisture and plant investigators. J. Agric. Res. 37: 719-742. 1928.
- \_\_\_\_\_. Pressure-membrane apparatus, construction and use. Agric. Engng. 28: 451-454. 1947.
- \_\_\_\_\_ e WADLEIGH, C.H. Soil water and plant growth. In Shaw, B. T., ed. Soil physical conditions and plant growth. New York, Academic press, 1952. p. 73-251.
- ROSEMBERG, N.J., HART, H.E. e BROWN, K.W. Evapotranspiration: review of research. Tech. Bull. Nebr. Agric. Exp. Stn. Univ. Nebr. 1968. 78 p.
- \_\_\_\_\_ Seasonal patterns in evapotranspiration by irrigated alfalfa in the Central Great Plains. Agron. J. 61: 879-886. 1969.
- SALIM, M.H. e TOOD, G.W. Transpiration patterns of wheat and oat seedlings under varied conditions of soil moisture. Agron. J. 57: 593-596. 1965.
- SCARDUA, R. Evapotranspiração real da cultura de milho como base aos projetos de irrigação. Tese Dout. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" USP. 1970. 160 p.
- SHILLO, R. e HALEVY, A.H. Experiments in the irrigation of gladioli according to absorption of viscous fluid through stomata. The Israel J. of Agric. Res. 14: 89-95. 1964.
- SIMÃO, S. Influência da época e da poda sobre o rendimento da cebola. Olericultura 1: 16-22. 1961.
- SINGH, R. e ALDERFER, R.B. Effects of soil moisture at different periods of growth of some vegetable crops. Soil Sci. 1: 69-80. 1966.
- SLATYER, R.O. Plant-water relationship. New York. Academic press. 1967. 366 p.
- SILVA, J.F. Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro. Tese de M.S. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz". 1972. 96p.



- SOSEBEE, R.E. e WIEBE, H.H. Effect of water stress and clipping on photosynthate translocation in two grass. Agron. J. 63: 14-17. 1971.
- SOUZA, H.M. A cultura de gladiolos. Boletim do Inst. Agron. Camp. 103: 16 p. 1959.
- STANHILL, G. A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. Israel J. agric. Res. 11: 159-171. 1961.
- \_\_\_\_\_. The control of field irrigation practice from measurements of evapotranspiration. Israel J. Agric. Res. 12: 51-62. 1962.
- \_\_\_\_\_. Potential evapotranspiration at Caesarea. Israel J. Agric. Res. 14: 129-135. 1964.
- \_\_\_\_\_. The concept of potential evapotranspiration in arid climate. In: Méthodologie de l'écophysologie végétale. U. N. E.S.C.O. Actes du Coll. de Mont'pellier, 25: 109 - 117. 1965.
- SUTTON, O.G. Wind structure and evaporation in a turbulent atmosphere. Proc. Royal Soc. London, 146, 1934.
- SUOMI, V.E. e TANNER, C.B. Evapotranspiration estimates from heat-budget measurements over a field crop. Trans. Am. Geoph. Union 39: 298 - 304. 1958.
- TANNER, C.B. Evaporation of water from plants and soil. In, Kozlowski, T.T. ed. Water deficits and plant growth. New York, Academic press. 1968. 73-104.
- TAYLOR, S. Estimating future water requirements of crops. Am. Soc. Agric. Eng. 1962. 56 p.
- THORNTHWAITE, C.H. e HOLTZMAN, B. The determination of evaporation from land and water surfaces. Monthly Weather Rev. Wash. 67: 4 - 11. 1939.

- \_\_\_\_\_. Report of the committee on transpiration and evaporation  
Trans. Am. Geoph. Union. 5: 687 p. 1944.
- \_\_\_\_\_. An approach toward a rational classification of climate.  
Geogr. Rev. 38: 55 - 94. 1948.
- \_\_\_\_\_. A reexamination of the concept and measurement of poten-  
tial evapotranspiration. John Hopkins. Univ. Pub. Climatol.  
7: 200 - 209. 1954.
- \_\_\_\_\_ e MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation.  
Water - The Yearbook of Agriculture, U.S. Dep. of Agric. 346 -  
385. 1955.
- TOOD, G.W. e WEBSTER, D.L. Effects of repeat drought periods on  
photosynthesis and survival of cereal seedlings. Agron. J. 57:  
371 - 374. 1965.
- TORRES, C.B. A influência do fotoperíodo na formação do bulbo nas  
variedades riograndenses de cebola. Agros (Pelotas) 4: 219 -  
234. 1951.
- TOVEY, R., SPENCER, J.S. e MUCKEL, D.C. Turfgrass evapotranspiration  
Agron. J. 61: 863 - 867. 1969.
- U.S. WEATHER BUREAU. Instruction for the instalation and operation  
of class A evaporation station. Circ. L. 1919.
- VAADIA, Y., RANEY, F.C. e HAGAN, R.M. Plant water deficits and phi-  
siological processes. An. Rev. Pl. Phisiol. 12: 265 - 292.  
1961.
- VELHMEYER, F.J. Some factors affecting the irrigation requirements  
of deciduous orchards. Hilgardia 2: 125 - 191. 1927.
- \_\_\_\_\_ e HENDRICKSON, H. The moisture equivalent as a  
measure of field capacity of soils. Soil Sci. 32: 181 - 193.  
1931.
- \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_. Soil moisture and its availability to plants.  
Davis, Univ. of California, 95 p. 1955.

- VILLA NOVA, N.A. A. estimativa da evaporação potencial no Estado de São Paulo. Tese Dout. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 1967. 66 p.
- VISSER, W.C. Soil moisture content and evapotranspiration. Tech. Bull. Inst. Ld. Wat. Mgmt. Res. 31: 1 - 21. 1963.
- \_\_\_\_\_. Moisture requirements of crops and rate of moisture depletion of the soil. Tech. Bull. Inst. Ld. Wat. Mgmt. Res. 32: 1 - 21. 1964.
- WARDLAN, I.F. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. Bot. Rev. 34: 39 - 105. 1968.
- W.M.O. Guide to hydrometeorological practices. Soc. W.M.O. Geneve.