

A INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO
SOLO SÔBRE A CULTURA
DA CEBOLA [*Allium cepa*, L.]

ANTONIO EVALDO KLAR

ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

Instrutor da Cadeira N.º 6

(Engenharia Rural)

TESE DE DOUTORAMENTO APRESENTADA
À ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
«LUIZ DE QUEIROZ», DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

PIRACICABA
Est. de São Paulo - Brasil

1967

A G R A D E C I M E N T O S

O A. consigna os seus mais sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Justo Moretti Filho, pelo seu irrestrito apêio e segura orientação;

ao Prof. Dr. Salim Simão e ao Eng^o Agr^o T. Kimoto, pelas valiosas sugestões, e por permitirem o mais amplo uso dos materiais e instalações do Campo Experimental da Cadeira de Horticultura, desta Escola, necessários à confecção do presente trabalho;

ao Prof. Dr. A. Petta, ao Dr. H. A. Manfrinato e ao Dr. O. Freire pelas críticas construtivas;

à Sra. D. Dina M. B. Moretti, pelo inestimável auxílio na confecção da bibliografia;

ao Dr. R. Vencovsky e ao Dr. H. de Campos, pela orientação no delineamento experimental e nas análises estatísticas; ao Eng^o Agr^o J. L. Demattê e ao Eng^o Agr^o G. V. França pelo auxílio na caracterização do solo; ao bolsista H. Ghelfi Filho pelo auxílio prestado na experimentação e, finalmente a todos quantos, de uma forma ou de outra, concorreram para a realização deste trabalho.

CCNTEUDO

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 - Disponibilidade da água do solo às plantas.	3
2.1.1 - Teoria de Veihmeyer e Hendrickson ou teoria da igual disponibilidade.	3
2.1.2 - Teoria de Richards e Wadleigh.....	4
2.1.3 - Teoria de Denmead e Shaw	7
2.2 - Influência da umidade do solo sobre a cul- tura da cebola - <u>Allium cepa</u> , L.	9
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1 - Solo	11
3.2 - Clima	13
3.3 - Cultura	14
3.4 - Irrigação	16
3.5 - Delineamento experimental	17
3.6 - Características estudadas na cultura	19
4 - RESULTADOS	22
4.1 - Ensaio de 1966	22
4.1.1 - Produção	22
4.1.2 - Dados biométricos	25
4.1.3 - Matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos bulbos	32
4.1.4 - Precocidade	35
4.1.5 - Variação da umidade do solo - - irrigação e precipitação	36
4.1.6 - Evapotranspiração	36

4.2 - Ensaio de 1967	41
4.2.1 - Produção	41
4.2.2 - Dados biométricos	44
4.2.3 - Precocidade	49
4.2.4 - Variações da umidade do solo - irrigação e precipitação	50
4.2.5 - Evapotranspiração	50
4.3 - Interação tratamentos por anos	56
5 - DISCUSSÃO	59
5.1 - Produção	60
5.2 - Dados biométricos	61
5.3 - Incidência de doenças	61
5.4 - Matéria seca, nitrogênio, fósforo, potás- sio, cálcio e magnésio nos bulbos	62
5.5 - Precocidade	62
5.6 - Interação tratamentos por anos	63
5.7 - Umidade do solo, irrigação, precipitação e evapotranspiração	63
6 - CONCLUSÕES	67
7 - RESUMO	69
8 - LITERATURA CITADA	72

1 - INTRODUÇÃO

O meio vital das plantas corresponde a um complexo de fatores, cujo efeito conjunto sobre o desenvolvimento vegetal condiciona a produção. Certos fatores, especialmente aqueles relacionados com o clima, são de difícil intervenção, limitando-se o agricultor a planejar em função dos elementos disponíveis e controláveis, como umidade e fertilidade do solo.

Em condições áridas e semiáridas, onde se pratica, intensivamente, a irrigação, o problema do controle da umidade do solo torna-se mais simples, devido à constância das condições pluviométricas. Isto, porém, não ocorre em regiões úmidas, em que a irrigação assume aspecto suplementar, tornando-se mais complexa a análise das implicações de ordem técnica e econômica, com as condições de "como" e "quando" irrigar, a fim de manter o teor de umidade do solo em condições favoráveis ao crescimento vegetal.

A manutenção de boas condições de umidade do solo, para o desenvolvimento das plantas, é uma questão importante, pois estas requerem quantidades relativamente

grandes de água para o seu crescimento e produção que, no entanto, devem ser dosadas sem carência ou excesso.

A irrigação tem por objetivo primordial, proporcionar umidade no solo, de "fácil disponibilidade" às plantas.

O intervalo de água disponível ou capacidade de água disponível vem a ser o intervalo situado entre os limites compreendidos pela capacidade de campo (F.C.) e pela porcentagem de murchamento permanente (P.M.P.). O teor de umidade do solo diminui, à medida que se afasta da capacidade de campo e se aproxima da porcentagem de murchamento permanente, e este decréscimo na umidade é acompanhado por um aumento na tensão com a qual a água se acha retida no solo.

O propósito do presente trabalho é, justamente, verificar quais as condições de melhor acessibilidade à umidade do solo, para o caso particular da cebola (Allium cepa, L.), cultivada numa época em que a ocorrência de chuvas não é normal em nossas condições regionais (MORETTI, 1965). Por conseguinte, a prática da irrigação e o estudo das condições de aplicação envolvem aspectos importantes, referentes à exploração racional e econômica desta cultura. Visando obter respostas mais amplas da pesquisa, são incluídas, além da produção de bulbos, algumas variáveis ligadas ao desenvolvimento vegetativo.

Este trabalho é, apenas, o início de um plano de pesquisa a longo prazo, pois pretende-se ir além dos estudos aqui desenvolvidos, através de outras considerações concernentes à interferência da umidade do solo sobre a cultura da cebola. Daí não serem aspiradas conclusões definitivas, nesta oportunidade.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

A revisão bibliográfica está dividida em duas partes principais. Na primeira são sumarizados os principais aspectos das teorias existentes, envolvendo a disponibilidade da água do solo às plantas. Na segunda parte, são particularizadas algumas citações sobre a influência da umidade do solo na cultura da cebola.

2.1 - Disponibilidade da água do solo às plantas

Além da exposição resumida dos aspectos envolvidos nas teorias sobre disponibilidade, são feitas algumas breves citações em torno de alguns caracteres de espécies vegetais, influenciados pelas variações dos teores de água do solo.

2.1.1 - Teoria de Veihmeyer e Hendrickson ou teoria da igual disponibilidade

VEIHMEYER (1927) relatou que a transpiração da ameixeira não foi afetada quando o teor de umidade do solo variou acima da porcentagem de murchamento permanente.

HENDRICKSON e VEIHMEYER (1942) verificaram que o tamanho e a quantidade de peras, pêssegos e ameixas não sofreram a influência da variação do teor de umidade do solo, entre a capacidade de campo e a porcentagem de murchamento permanente.

DONEEN e MACGILLIVRAY (1943) assinalaram que as sementes de muitas espécies vegetais germinaram, igualmente, com a variação do teor de umidade do solo ocorrendo no intervalo de água disponível.

VEIHMEYER e HOLLAND (1949) relataram que diferentes teores de umidade do solo, ocorrendo no intervalo de água disponível, não afetaram a precocidade, a incidência de doenças e a produção da alface.

VEIHMEYER (1955) consubstanciou, numa revisão bibliográfica, a teoria da igual disponibilidade. Reafirmou que as variações do teor de umidade do solo, entre os limites da capacidade de campo e da porcentagem de murchamento permanente, não afetam, em termos mensuráveis, os caracteres relacionados com o desenvolvimento das plantas.

UPCHURCH, PETERSON e HAGAN (1955), trabalhando com trevo - Trifolium repens, L. - e ASHTON (1956), com cana de açúcar, registraram a mesma intensidade de fotossíntese com o teor de umidade do solo variando dentro do intervalo de água disponível.

2.1.2 - Teoria de Richards e Wadleigh

RICHARDS (1928) concluiu que o problema da disponibilidade da água do solo às plantas torna-

-se mais simplificado, quando estudado em termos de tensão de umidade do solo, e que o termo disponibilidade deve ser considerado sob dois aspectos: a) a capacidade das raízes em absorver e utilizar a água com que entram em contacto; b) a rapidez ou velocidade com a qual a água do solo se move para repor aquela usada pela planta.

Em investigações realizadas com Parthenium argentatum, Gray, que é uma planta produtora de borracha, HUNTER e KELLEY (1946) verificaram diferenças no crescimento vegetativo em dois solos distintos, um areno-barrento e outro barro-argilo-limoso. A divergência no crescimento da planta, sob os mesmos teores de umidade, para ambos os solos, foi atribuída às respectivas tensões com que a água era retida. No solo de textura grossa, cerca de dois terços da umidade disponível eram retidos sob tensões inferiores a uma atmosfera, enquanto que no solo de textura fina, apenas vinte e cinco por cento.

SHANKS e LAURIE (1949) encontraram influência direta das variações de umidade do solo, no intervalo de água disponível, sobre diversas características das raízes da roseira.

BLAIR, RICHARDS e CAMPBELL (1950) relataram que o alongamento do caule do girassol foi sensivelmente diminuído, antes de ser consumida a metade da água disponível e decaiu a zero nos vinte e cinco por cento próximos à porcentagem de murchamento permanente.

A teoria de Richards e Wadleigh foi caracterizada, nas revisões elaboradas por RICHARDS e WADLEIGH (1952) e por HAGAN (1955). Afirmaram que os vegetais respondem favoravelmente às condições de baixas ten-

sões de umidade do solo, havendo decréscimo no crescimento, à medida que as tensões aumentam. Evidenciaram, ainda, a influência da natureza do solo, pois os solos arenosos retêm a maior parte da água disponível a baixas tensões, portanto, de fácil acesso às plantas, o que não ocorre em solos de textura fina. Por conseguinte, nestes, os caracteres relacionados com o crescimento das plantas apresentam variações mais facilmente observáveis, sob diferentes teores de umidade do solo.

SALTER (1954), trabalhando com tomateiro, verificou que o crescimento vegetativo, o tamanho e a produção de seus frutos encontraram condições mais favoráveis ao desenvolvimento com teores de umidade do solo próximos à capacidade de campo. Relativamente ao tomateiro, ainda, BERNSTEIN e PEARSON (1954) relataram que tensões de umidade do solo superiores a cinco atmosferas promoviam grande inibição no crescimento. GOODE (1956) assinalou redução no crescimento vegetativo e no tamanho dos frutos do tomateiro, quando a tensão de umidade do solo ultrapassou o valor de uma atmosfera.

Estudando as duas teorias até aqui relatadas, através de oitenta trabalhos publicados por diversos autores, STANHILL (1957) verificou que os resultados de sessenta e seis deles responderam significativamente às diferentes condições de umidade do solo, ocorrendo dentro do intervalo de água disponível, com os maiores rendimentos associados aos tratamentos mantidos em altos teores de umidade. Constatou, nesses resultados, que as plantas anuais ofereceram maiores evidências, em comparação às perenes, e o mesmo ocorreu com os vegetais desenvol

vidos em vasos, relacionados aos mantidos no campo.

NAVARRO, MONTALVO e VELASCO (1963), trabalhando com algodoeiro, assinalaram um aumento na velocidade de crescimento e na produção, através da manutenção da umidade do solo próxima à capacidade de campo, porém, com retardamento na maturação dos capulhos. Não verificaram influências dos diferentes teores de umidade do solo sobre o comprimento das fibras e outros caracteres a elas relacionados.

2.1.3 - Teoria de Denmead e Shaw

As relações entre os diversos aspectos do desenvolvimento das plantas com a umidade do solo são dependentes das características de cada vegetal, da natureza do solo e dos fatores climatológicos. Além desta asserção, HAGAN et al. (1957) verificaram que as variações de tensão de umidade do solo, no intervalo de água disponível, não influíram, uniformemente, sobre vários caracteres relacionados com o crescimento e desenvolvimento do trevo - Trifolium repens, L.. Alguns foram insensíveis, e outros distintamente afetados. Assinalaram, ainda, diferentes condições de desenvolvimento, durante a noite, através do crescimento três vezes maior do pecíolo nesse período, do que durante o dia, com diferenciação mais intensa, à medida que o solo se aproximava da porcentagem de murchamento permanente.

DENMEAD e SHAW (1962) discutiram os aspectos da disponibilidade da água do solo às plantas, dando maior ênfase à "transpiração relativa", que foi defini

da como a relação entre a transpiração real e a potencial. Transpiração potencial, por sua vez, é aquela que ocorre com o solo na capacidade de campo. Afirmaram que a velocidade de crescimento da planta é altamente dependente do déficit d'água que nela ocorre, e este aparece quando a velocidade de transpiração real é menor do que a potencial, isto é, com a transpiração relativa menor do que um. E de se notar que esses autores, através de seus experimentos, pontificaram que o aumento na velocidade de transpiração potencial, e o acréscimo na tensão de umidade do solo, influem na rapidez com que a transpiração relativa tende a tornar-se menor do que um. Aliás, sobre esse assunto ~~tecer-~~
~~sa-~~ão comentários no capítulo referente à discussão.

BENNET e DOSS (1963), trabalhando com espécies forrageiras, verificaram que a água fôra utilizada em proporção às quantidades de umidade disponível do solo para evapotranspiração.

PENMAN (1963) assinalou que, quando o suprimento d'água não é limitado às plantas, a velocidade de transpiração é estreitamente ligada às condições climatológicas. Se a velocidade de transpiração potencial excede àquela com a qual uma planta pode absorver a água do solo, o murchamento ocorre, acompanhado por um certo grau de fechamento dos estômatos e uma redução na intensidade de fotossíntese.

KRAMER (1963) concluiu que o crescimento dos vegetais é controlado, diretamente, pela tensão de água da planta e só, indiretamente, pela tensão de umidade do solo, e que o balanço interno de água das plantas depende das velocidades relativas de perda e absorção de

água. Embora estes fatores sejam interdependentes, a absorção é controlada por fatores de solo e a transpiração por fatores atmosféricos. O referido autor, aliás, sugeriu que as necessidades de água das plantas sejam nelas medidas.

MITCHELL e KERR (1966) verificaram diferenças significativas nas velocidades de evapotranspiração ou de uso d'água, para um mesmo solo, entre diferentes variedades de trevo e de centeio.

FUEHRING et al. (1966) assinalaram um decréscimo no crescimento e na produção dos tubérculos da batata, quando, aproximadamente, vinte e um por cento da água disponível no solo eram exauridos. A explicação do fato residiu na incapacidade da planta em extrair água do solo, com suficiente rapidez, para compensar a velocidade de transpiração potencial, em torno de seis milímetros por dia. Concluíram, ainda, que a irrigação freqüente é necessária para altos rendimentos em áreas de elevadas velocidades de evapotranspiração potencial.

2.2 - Influência da umidade do solo sobre a cultura da cebola - *Allium cepa*, L..

ERWIN e HABER (1934) estabeleceram que resultava em pior qualidade dos bulbos, quando a irrigação era aplicada após o "tombamento".

CURRY (1941) verificou que a manutenção de altos teores de umidade do solo era acompanhada de aumentos na produção e no crescimento, além de proporcionar melhor qualidade aos bulbos. Enquanto que MACGILLIVRAY e

DONEEN (1947) não encontraram variação significativa na qualidade dos bulbos, sob quatro tratamentos distintos de irrigação.

CURRY (1937) relatou um máximo rendimento para as parcelas que receberam irrigações pesadas e frequentes, sem, no entanto, interferir na incidência de defeitos ou anomalias. DRINKWATER e JAMES (1955) confirmaram os resultados relativos ao rendimento, porém, com discordância quanto à incidência de defeitos ou anomalias, que se evidenciaram nas parcelas recebendo irrigações pesadas e frequentes.

SINGH e ALDERFER (1966) registraram a sensibilidade da planta de cebola a altas tensões de umidade do solo, em qualquer período de seu crescimento.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

As investigações, que ora se relatam no presente trabalho, foram conduzidas no Campo Experimental da Cadeira de Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", durante os anos de 1966 e 1967.

3.1 - Solo

Conduziram-se os ensaios em solo, classificado e mapeado pela COMISSÃO DE SOLCS (1960) ao nível de grande grupo, como pertencente à unidade taxonômica Latosol Vermelho Escuro, e à unidade de mapeamento, Latosol Vermelho Escuro - Orto. RANZANI, FREIRE e KINJO (1966), ao executarem o levantamento detalhado dos solos do Município de Piracicaba, ao nível de série, classificaram-no e o denominaram como Série Luiz de Queiroz. No local em que se instalaram os ensaios, este solo se apresentava de capitado, embora não houvesse uma declividade muito acentuada, isto é, em torno de seis por cento.

As suas características físico-mecânicas e morfológicas foram determinadas a uma profundidade de 0-20 cm.

a) Características texturais:

Areia muito grossa: 0,70%

Areia grossa: 3,11%

Areia média: 6,97%

Areia fina: 22,17%

Areia muito fina: 7,22%

Limo: 27,53%

Argila: 32,30%

b) Características morfológicas:

Ap 0-20cm; vermelho ferrugem (10 R 3/4, 3/2), barro argiloso; blocos subangulares, média a pequena, moderadamente forte a forte, duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade moderada, comum; raízes fasciculadas, finas, comum; galerias biológicas, comum; transição ondulada, claro.

c) Outras características:

Capacidade de campo (FC): obteve-se o valor médio de 23 por cento, pelo método direto, no campo.

Porcentagem de murchamento permanente (PMP): através da membrana de Richards, foi obtido o valor médio de 15,2 por cento.

Massa específica aparente: determinou-se pelo método da parafina e balança hidrostática, sendo encontrado o valor médio de $1,7 \text{ g/cm}^3$, corroborando o valor preconizado por RANZANI, FREIRE e KINJO (1966).

d) Curva de tensão-umidade do solo: os valores relativos à tensão, em atmosferas, foram obtidos pela

placa porosa (ou panela de pressão), para os inferiores a 1 atmosfera, e pela membrana de Richards para tensões entre 1 e 15 atmosferas (Fig. 1).

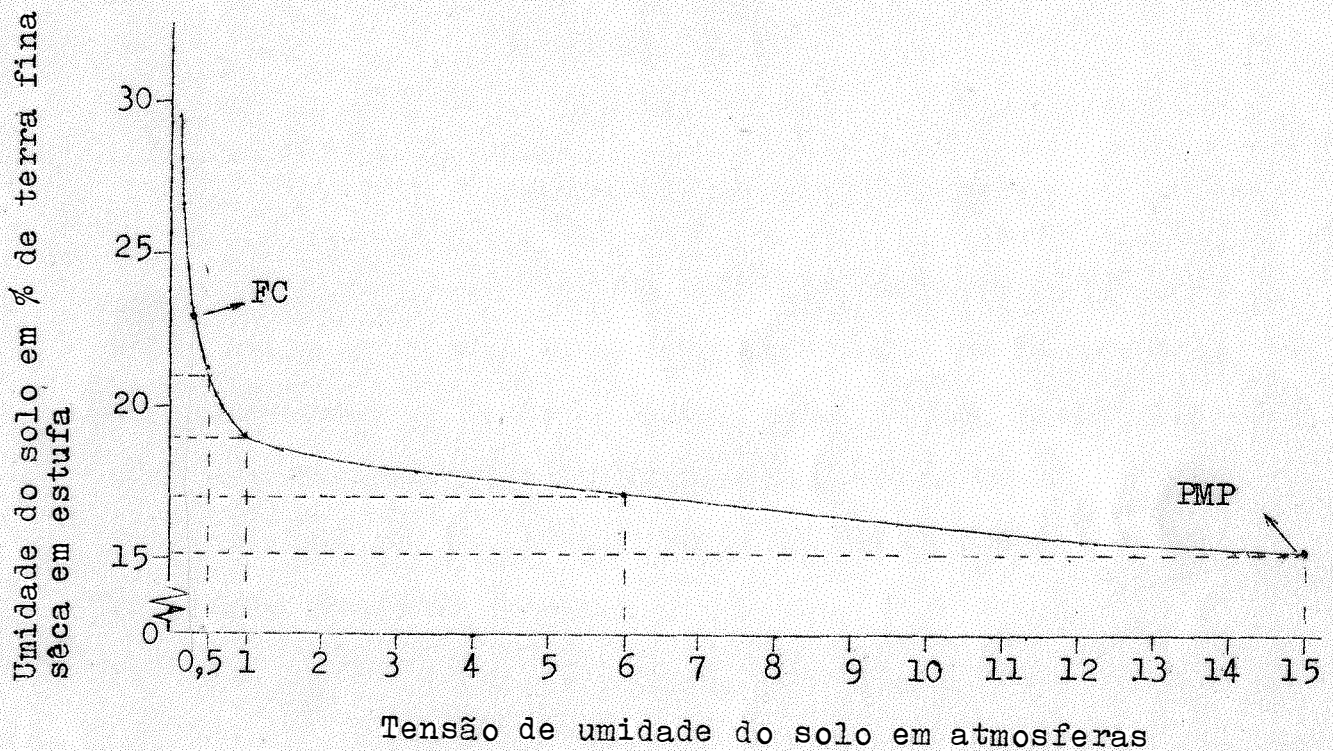


Fig. 1 - Curva tensão-umidade do solo

3.2 - Clima

Todos os dados meteorológicos, necessários à presente pesquisa, foram obtidos do Posto Meteorológico desta Escola, situado, aproximadamente, a 500 metros do local do experimento (+). Os gráficos das Figs. 2 e 3, re

(+) Os dados foram gentilmente cedidos pela Cadeira de Física e Meteorologia desta Escola.

lativos à evapotranspiração e precipitação médias da região, foram elaborados com base nos trabalhos efetuados por MORETTI (1965), para um período de dezoito anos.

As estimativas diárias de evapotranspiração potencial, consideradas durante os ciclos da cultura, foram computadas pelo processo de PENMAN-BAVEL (1956).

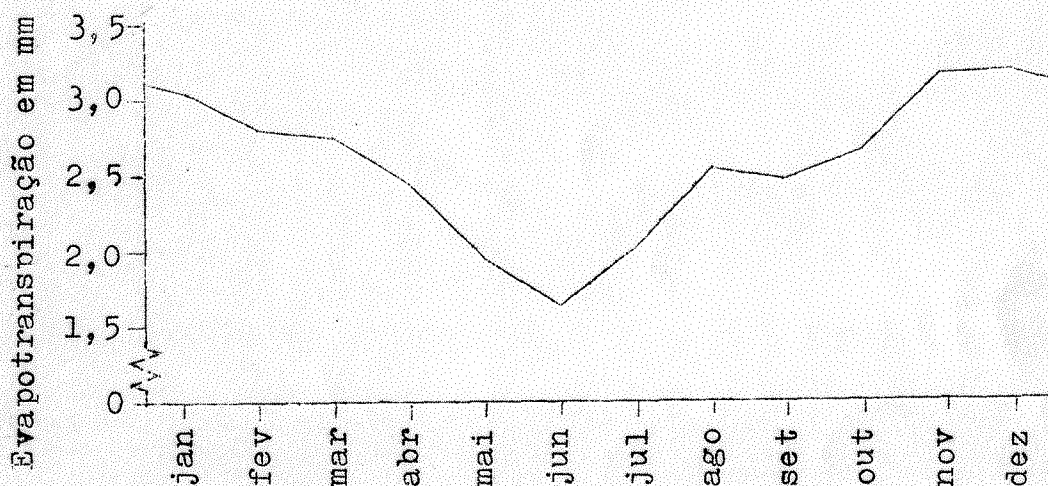


Fig. 2 - Evapotranspiração média diária mensal em mm, para um período de 18 anos (MORETTI, 1965).

3.3 - Cultura

As características da cultura da cebola, afins ao presente trabalho, são apresentadas a seguir:

a) Variedade e material de propagação: foi utilizada uma linhagem da variedade Baia Periforme Precoce,

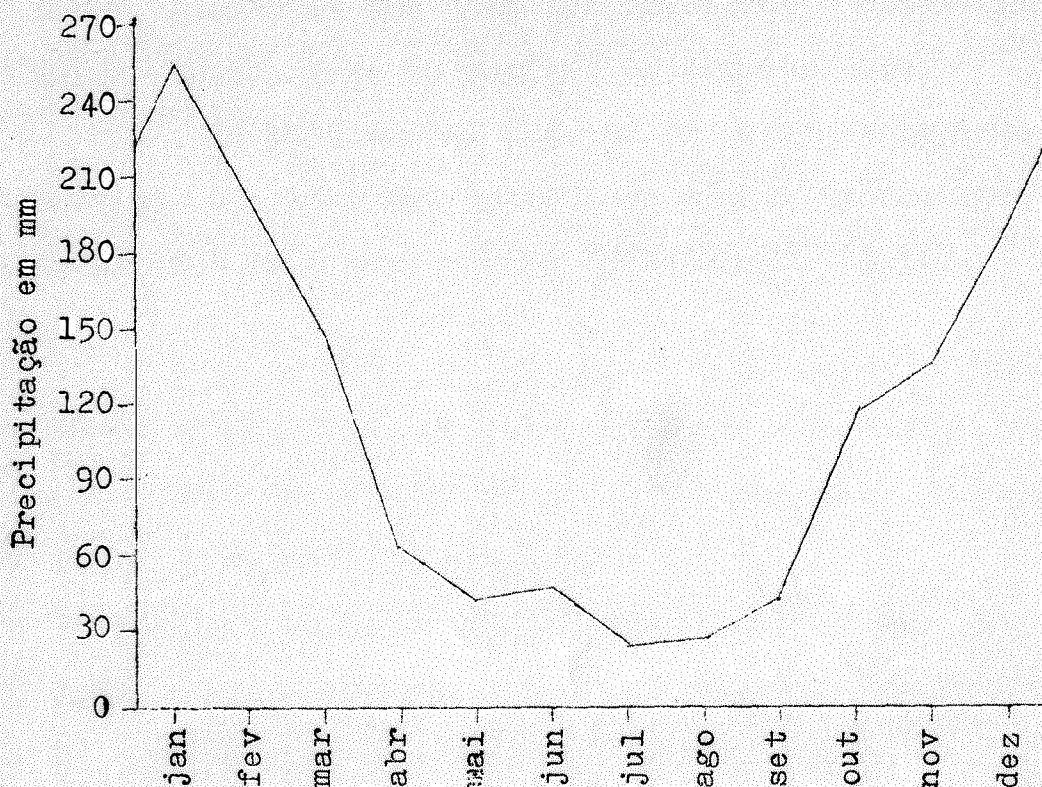


Fig. 3 - Valores totais médios e mensais da precipitação em mm, para um período de 18 anos (MORETTI, 1965).

introduzida e selecionada no Instituto de Genética, em Piracicaba. Nos ensaios, foi empregado o processo de bulbilhos (DIAS, 1963 e 1966).

b) Espaçamento: 0,50m entre linhas por 0,10m entre plantas (DIAS, 1966).

c) 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 100g por metro linear de sulco.

(++) Conforme indicações obtidas na Cadeira de Horticultura, desta Escola.

d) Tratamento fitossanitário (++) : o controle das pragas foi realizado mediante aplicações de Folidol, até três semanas antes da colheita, e nestas, utilizou-se Phosdrin.

As doenças foram controladas com pulverizações de Maneb e Thiran, com adição de espalhante adesivo.

e) Preparo do terreno e cultivo: o terreno foi preparado através de aradura, gradagem e uma uniformização com o emprêgo do pranchão. O cultivo foi realizado com enxada, sempre que necessário.

f) Época de plantio: os ensaios, em número de dois, foram instalados a 14 de março de 1966 e a 4 de abril de 1967.

3.4 - Irrigação

a) Método: foram utilizados sulcos de infiltração.

Os sulcos apresentaram-se com as dimensões médias seguintes:

comprimento: 20 metros;

secção transversal: 0,15 metros de largura por 0,10 metros de profundidade;

declividade: 0,5 por cento.

O canal de distribuição de água aos sulcos foi construído com chapas galvanizadas. Através de sifões de borracha, foi conduzida a água aos sulcos, e controlou-se a vazão pelo método direto (recipiente de volume conhecido).

(++) Conforme recomendações da Cadeira de Horticultura da ESALQ.

As figuras 4, 5 e 6, que são fotografias tiradas 45 dias após o plantio dos bulbinhos, em 1966, ilustram, com mais detalhes, o sistema utilizado.

b) Controle da umidade do solo: utilizou-se o método gravimétrico padrão, com secagem em estufa a 105-110°C, até peso constante, para a determinação das estimativas da umidade real do solo. As amostragens foram conduzidas às profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, desde o plantio até a colheita.

Para a coleta das amostras, usou-se trado comum de amostragem e recipientes de alumínio, com tampas herméticas.

O teor médio de umidade do solo, dos tratamentos semelhantes, foi o valor utilizado para estimar "quando" irrigar.

c) Estimativa do tempo de irrigação: conduziu-se a determinação da capacidade de infiltração do solo, antes da instalação de cada ensaio, pelo método "inflow outflow" (CRIDDLE et al. 1956). As incorporações de água ao solo foram estimadas à profundidade média de 20cm, conforme o processo indicado por MORETTI (1962).

3.5 - Delineamento experimental

Os ensaios foram delineados em blocos ao acaso, com quatro tratamentos:

a) Tratamento 75: a água era fornecida sempre que o solo atingisse 75 por cento da água disponível;

b) Tratamento 50: recebia irrigação sempre que houvesse 50 por cento de água disponível no solo;



Fig. 4 - Canal de distribuição de água aos sulcos



Fig. 5 - Passagem da água do canal aos sulcos por sifões.

Fig. 6 - Irrigação de uma parcela.

c) Tratamento 25: era irrigado, desde que o solo atingisse o nível de 25 por cento de água disponível;

d) Tratamento PMP: quando o solo tornava-se, praticamente, exaurido de água disponível, procedia-se à irrigação.

Em todos os tratamentos, promovia-se, com a irrigação, a elevação do teor de umidade do solo até a capacidade de campo.

Cada parcela constituiu-se de quatro linhas com comprimento de 20 metros, dos quais foram aproveitados os 15 metros centrais, sendo as duas linhas externas qualificadas de bordaduras e as duas centrais, de aproveitamento.

3.6 - Características estudadas na cultura

a) Produção: para a obtenção dos dados relativos à produção foram consideradas todas as plantas incluídas nos limites já especificados de cada parcela. Foram consideradas para análise de produção, as variáveis relativas ao peso total dos bulbos, porcentagem de perfilhamentos e porcentagem de cebolões.

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

A) Plantas com bulbos normais - compreende aquelas que tiveram um desenvolvimento normal, apresentando no final do ciclo, o secamento da parte aérea, com formação de bulbos bem desenvolvidos, do tipo comerciável;

B) Plantas com bulbos mal desenvolvidos - abrange aquelas, cujos bulbos não chegaram a alcançar um

desenvolvimento completo, geralmente não comerciáveis, possuindo como um dos principais característicos, o talo, que permanece engrossado, sem secar.

C) 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 chamam às plantas das duas últimas categorias, respectivamente, de cebolões e charutos. Porém, neste trabalho, foram agrupadas sob a denominação de cebolões, simplesmente.

Pode-se definir perfilhos ou perfilhamentos, os bulbos agrupados, provenientes de uma só planta.

b) Dados biométricos: os valores relativos às mensurações da parte aérea foram obtidos, aproximadamente, 70 dias após o plantio, e os referentes aos bulbos, na colheita. Cada parcela foi representada por quinze plantas, tomadas ao acaso.

Consideraram-se as seguintes variáveis: número de fôlhas, comprimento da maior fôlha, diâmetro do talo, diâmetro do bulbo, peso do bulbo e peso das fôlhas.

c) Incidência de doenças: a avaliação do índice de incidência de doenças desenvolveu-se através da porcentagem média de fôlhas atacadas em relação ao número de fôlhas de quinze plantas, por parcela, escolhidas ao acaso. Os estudos recaíram sobre Alternaria porri, Ellis, pela sua maior evidência nos ensaios.

d) Porcentagem de matéria seca, nitrogênio,

fósforo, potássio e magnésio (+++): estas variáveis foram determinadas, aproximadamente, trinta dias após a colheita, também com o objetivo de verificar a influência da umidade do solo, em diferentes intervalos de variação, sobre elas.

e) Precocidade: a avaliação da precocidade, sob a influência dos diferentes tratamentos, foi desenvolvida analisando-se, estatisticamente, as duas colheitas iniciais.

f) Interação tratamentos por anos: a análise estatística para testar a interação tratamentos por anos, com as variáveis comuns aos dois ensaios, efetivou-se de acordo com COCHRAN e COX (1957).

As demais análises estatísticas foram elaboradas de conformidade com PIMENTEL GOMES (1963).

(+++)
As análises químicas foram confeccionadas na Cadeira de Química Analítica da ESALQ.

4 - RESULTADOS

Em março de 1965, foram iniciadas as pesquisas. Porém, as condições pluviométricas, anormais para a época e local, que prevaleceram durante o período de desenvolvimento da cultura, não permitiram diferenciação entre os tratamentos, frustrando os objetivos e finalidades do experimento. Pelos motivos expostos, deixou-se, obviamente, de relatar os dados obtidos nesse ano, considerando, apenas, os resultados conseguidos durante os anos de 1966 e 1967.

Nos anos agrícolas de 1966 e 1967, com condições pluviométricas propícias ao desenvolvimento do projeto, foram realizados os ensaios, cujos resultados serão relatados a seguir:

4.1 - Ensaio de 1966

O ensaio foi instalado a 14 de março de 1966.

4.1.1 - Produção

Foram consideradas como variáveis

inerentes à produção, o peso total de bulbos por hectare, as porcentagens de perfilhamentos e as porcentagens de cebolões, cujos valores constam do QUADRO 1, e as análises estatísticas respectivas encontram-se nos QUADROS 2, 3 e 4.

QUADRO 1 - Dados relativos à produção, perfilhamentos e cebolões

Blocos	Tratamentos	Produção de bulbos (Kg/ha)	% de perfilhamentos	% de cebolões
I	75	35.291	34,12	4,76
	50	35.624	29,85	2,71
	25	24.127	29,87	3,00
	PMP	24.227	34,60	4,50
II	75	35.991	30,23	3,50
	50	26.360	35,22	6,09
	25	25.876	25,68	4,23
	PMP	25.227	34,09	4,57
III	75	31.908	35,98	5,17
	50	32.268	33,81	7,56
	25	24.827	31,19	4,57
	PMP	17.845	27,16	13,56
IV	75	35.024	50,22	4,15
	50	31.368	26,76	4,77
	25	26.303	28,05	4,00
	PMP	18.788	32,24	7,21

QUADRO 2 - Análise da variância para produção de bulbos em Kg/ha.

Causas de variação	Gráus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios	F
Tratamentos	3	427.890.864	142.630.282	15,83 ⁺⁺
Blocos	3	19.402.641		
Resíduo	9	81.088.436	9.009.826	
Total	15	528.381.942		
Médias dos Tratamentos (Kg/ha)		Erro padrão das médias	Diferença mínima significativa (Tukey)	
$m_{75} = 34.803$		1.500,82	5% = 6.633,62	
$m_{50} = 31.405$			1% = 8.944,89	
$m_{25} = 25.283$				
$m_{FMP} = 21.522$				
C.V. (Coeficiente de Variação) = 10,62%				

QUADRO 3 - Análise da variância para a porcentagem de per filamentos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	60,61	20,20	1,67
Blocos	3	6,57		
Resíduo	9	108,80	12,09	
Total	15	175,98		
C.V. = 10,00%				

+ Significância ao nível de 5% de probabilidade

++ Significância ao nível de 1% de probabilidade

Para efeito de análise, os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno, o que sucederá a todas as variáveis, cujos valores originais sejam dados em porcentagem.

QUADRO 4 - Análise da variância da porcentagem de cebolões

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	37,19	12,40	2,81
Blocos	3	47,90		
Resíduo	9	39,81	4,42	
Total	15	124,90		
C.V. = 16,13%				

4.1.2 - Dados biométricos

As variáveis que sofreram mensurações foram: número de fôlhas, comprimento da maior fôlha, diâmetro do talo, diâmetro do bulbo, peso do bulbo e peso das fôlhas. Os dados registrados encontram-se no QUADRO 5, juntamente com os valores de incidência de Alternaria porri, Ellis. As análises estatísticas respectivas encontram-se nos QUADROS 6 a 12.

A figura 7 mostra fotografias tomadas 45 dias após o plantio dos bulbinhos.

QUADRO 5 - Dados biométricos e incidência de Alternaria porri, Ellis (média aritmética de 15 plantas por parcela)

Blo cos	Trata men- tos	Nº de fôlhas	Compr. maior fôlha (cm)	Diâm. do talo (cm)	Diâm. do bulbo (cm)	Peso do bulbo (g)	Peso das fôlhas (g)	Incidência <u>Alternaria</u> <u>porri</u> , Ellis (%)
I	75	12,60	61,93	1,90	6,83	193,15	75,46	43,02
	50	9,60	53,52	1,48	6,37	145,64	45,49	43,90
	25	11,20	53,73	1,50	6,37	131,57	38,57	28,84
	FMP	10,93	52,53	1,49	6,11	135,33	37,12	36,60
II	75	12,47	65,53	1,81	7,14	175,86	73,57	49,59
	50	9,80	54,60	1,41	5,95	123,71	38,07	27,83
	25	10,93	50,67	1,42	5,92	117,79	29,43	25,53
	FMP	8,80	51,07	1,34	6,01	119,21	28,43	35,34
III	75	12,47	62,93	1,92	7,20	162,47	61,33	35,69
	50	13,00	62,93	1,80	6,75	147,31	52,50	33,68
	25	9,67	54,67	1,43	6,02	118,40	37,27	26,58
	FMP	10,13	46,80	1,31	5,41	96,08	25,75	26,94
IV	75	12,33	59,67	1,82	6,80	164,38	43,67	37,17
	50	11,33	54,40	1,50	6,26	125,07	38,07	52,46
	25	10,93	54,47	1,62	5,43	107,67	43,67	39,07
	FMP	11,80	52,80	1,56	6,27	132,80	43,07	36,69

QUADRO 6 - Análise da variância para número de fôlhas

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	10,03	3,343	2,68
Blocos	3	3,02		
Resíduo	9	11,23	1,248	
Total	15	24,28		
C.V. = 10,04%				

QUADRO 7 - Análise da variância para comprimento da maior fôlha

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	304,94	101,64	8,87 ⁺⁺
Blocos	3	6,10		
Resíduo	9	103,15	11,46	
Total	15	414,19		
Médias dos Tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
m ₇₅ = 62,51		1,69	5% = 7,47	
m ₅₀ = 56,36				
m ₂₅ = 53,38			1% = 10,07	
m _{PMP} = 50,80				
C.V. = 6,06%				

QUADRO 8 - Análise da variância para diâmetro do talo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,4467	0,1489	8,76 ⁺⁺
Blocos	3	0,0471		
Resíduo	9	0,1530	0,0170	
Total	15	0,6468		
Médias dos tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 1,86$ $m_{50} = 1,56$ $m_{25} = 1,49$ $m_{PMP} = 1,43$		0,0626	5% = 0,2767 1% = 0,3731	
C.V. = 8,86%				

QUADRO 9 - Análise da variância para diâmetro do bulbo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	3,9533	1,3178	9,13 ⁺⁺
Blocos	3	1,1302		
Resíduo	9	1,3002	0,1444	
Total	15	6,3838		
Médias dos tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 6,99$ $m_{50} = 6,33$ $m_{25} = 5,94$ $m_{PMP} = 5,95$		0,1900	5% = 0,84 1% = 1,13	
C.V. = 6,03%				

QUADRO 10 - Análise da variância para peso do bulbo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	7.833,48	2.611,16	18,70 ⁺⁺
Blocos	3	1.086,08		
Resíduo	9	1.256,49	139,61	
Total	15	10.176,05		
Médias dos tratamentos (g)		Êrro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 173,97$		5,90	5% = 26,07	
$m_{50} = 135,43$				
$m_{25} = 118,86$			1% = 35,16	
$m_{PMP} = 120,86$				
C.V. = 8,60%				

QUADRO 11 - Análise da variância para peso das folhas

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	2.135,88	711,96	6,72 ⁺
Blocos	3	127,89		
Resíduo	9	952,95	105,88	
Total	15	3.216,72		
Médias dos tratamentos (g)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
m ₇₅ = 63,51		5,17	5% = 22,87	
m ₅₀ = 43,53				
m ₂₅ = 37,24			1% = 30,87	
m _{PMP} = 33,59				
C.V. = 23,11%				

QUADRO 12 - Análise da variância para incidência de Alter-naria porri, Ellis

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	117,111	39,0370	2,45
Blocos	3	91,225		
Resíduo	9	143,360	15,9289	
Total	15	351,696		
C.V. = 11,22%				



Fig. 7-a - Tratamento 75



Fig. 7-b - Tratamento 50



Fig. 7-c - Tratamento 25



Fig. 7-d - Tratamento PMP

Fig. 7 - Crescimento vegetativo dos tratamentos, 45 dias após o plantio dos bulbinhos.

4.1.3 - Matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos bulbos (QUADRO 13).

As análises estatísticas respectivas encontram-se nos QUADROS 14 a 19.

QUADRO 13 - Porcentagem de matéria seca dos bulbos e os valores percentuais de N, P, K, Ca e Mg nela encontrados.

Blocos	Tratm.	Mat. seca	Nitr.	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
I	75	12,71	1,87	0,32	1,76	0,21	0,07
	50	11,93	1,70	0,33	1,64	0,20	0,07
	25	10,76	2,03	0,31	1,76	0,20	0,08
	PMP	11,37	1,69	0,34	1,87	0,22	0,07
II	75	11,58	1,85	0,35	1,87	0,21	0,07
	50	11,63	1,88	0,32	1,48	0,20	0,08
	25	11,27	1,67	0,35	1,91	0,20	0,08
	PMP	10,12	1,72	0,32	1,72	0,20	0,08
III	75	12,26	1,73	0,39	1,83	0,21	0,08
	50	11,53	1,62	0,34	1,79	0,22	0,08
	25	11,62	1,75	0,36	1,79	0,19	0,09
	PMP	11,21	1,80	0,36	1,83	0,19	0,09
IV	75	10,83	1,88	0,36	1,95	0,20	0,07
	50	10,03	1,76	0,36	1,95	0,20	0,08
	25	10,10	1,91	0,35	1,95	0,21	0,07
	PMP	10,58	2,03	0,39	1,87	0,20	0,08

QUADRO 14 - Análise da variância ~~para a~~ porcentagem de matéria seca, nos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	2,038	0,679	3,58
Blocos	3	3,760		
Resíduo	9	1,703	0,189	
Total	15	7,502		
C.V. = 2,17%				

QUADRO 15 - Análise da variância ~~para a~~ porcentagem de nitrogênio da matéria seca dos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,1015	0,0338	0,55
Blocos	3	0,3063		
Resíduo	9	0,5558	0,0617	
Total	15	0,9636		
C.V. = 3,29%				

QUADRO 16 - Análise da variância para porcentagem de fósforo da matéria seca dos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,0192	0,0064	0,88
Blocos	3	0,1154		
Resíduo	9	0,0651	0,0072	
Total	15	0,2002		
C.V. = 2,49%				

QUADRO 17 - Análise da variância para porcentagem de potássio da matéria seca dos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,2904	0,0968	1,75
Blocos	3	0,5717		
Resíduo	9	0,4974	0,0553	
Total	15	1,3595		
C.V. = 0,71%				

QUADRO 18 - Análise da variância para a porcentagem de cálcio da matéria seca dos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,0055	0,0018	0,39
Blocos	3	0,0030		
Resíduo	9	0,0411	0,0046	
Total	15	0,0496		
C.V. = 2,59%				

QUADRO 19 - Análise da variância para a porcentagem de magnésio da matéria seca dos bulbos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,0069	0,0023	0,82
Blocos	3	0,0319		
Resíduo	9	0,0256	0,0028	
Total	15	0,0644		
C.V. = 3,31%				

4.1.4 - Precocidade

Foram realizadas quatro colheitas, nos dias 9, 17 e 25 de junho e 5 de julho de 1966.

Os valores relativos à soma das duas primeiras colheitas, encontram-se no QUADRO 20, e a respectiva análise da variância está contida no QUADRO 21.

QUADRO 20 - Resultados da soma das duas primeiras colheitas, expressos em porcentagem da colheita total.

Tratamentos	B l o c c o s			
	I	II	III	IV
75	69,59	75,72	85,59	86,20
50	79,61	82,68	80,69	76,00
25	91,85	77,27	76,91	82,52
PMP	81,75	73,45	67,51	80,48

QUADRO 21 - Análise da variância para os valores obtidos nas duas primeiras colheitas transformados em porcentagem da colheita total.

Causas de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	44,37	14,79	0,57
Blocos	3	28,17		
Resíduo	9	234,53	26,06	
Total	15	307,07		
C. V. = 8,08%				

4.1.5 - Variação da umidade do solo - irrigação e precipitação

Os valores relativos a estas variáveis encontram-se nos gráficos da Fig. 8.

4.1.6 - Evapotranspiração

Os valores referentes a esta variável, computados no período de 14 de março a 16 de junho de 1966, constam do gráfico da Fig. 9.

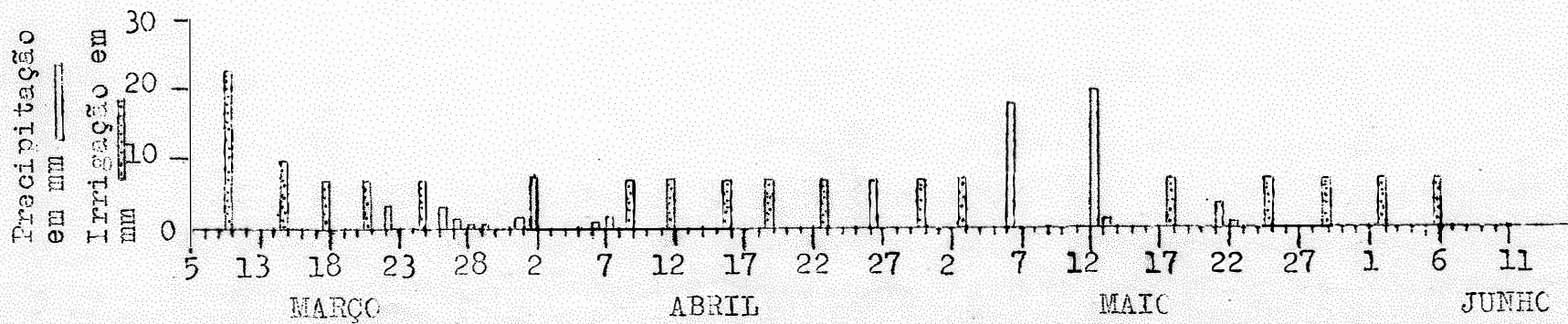
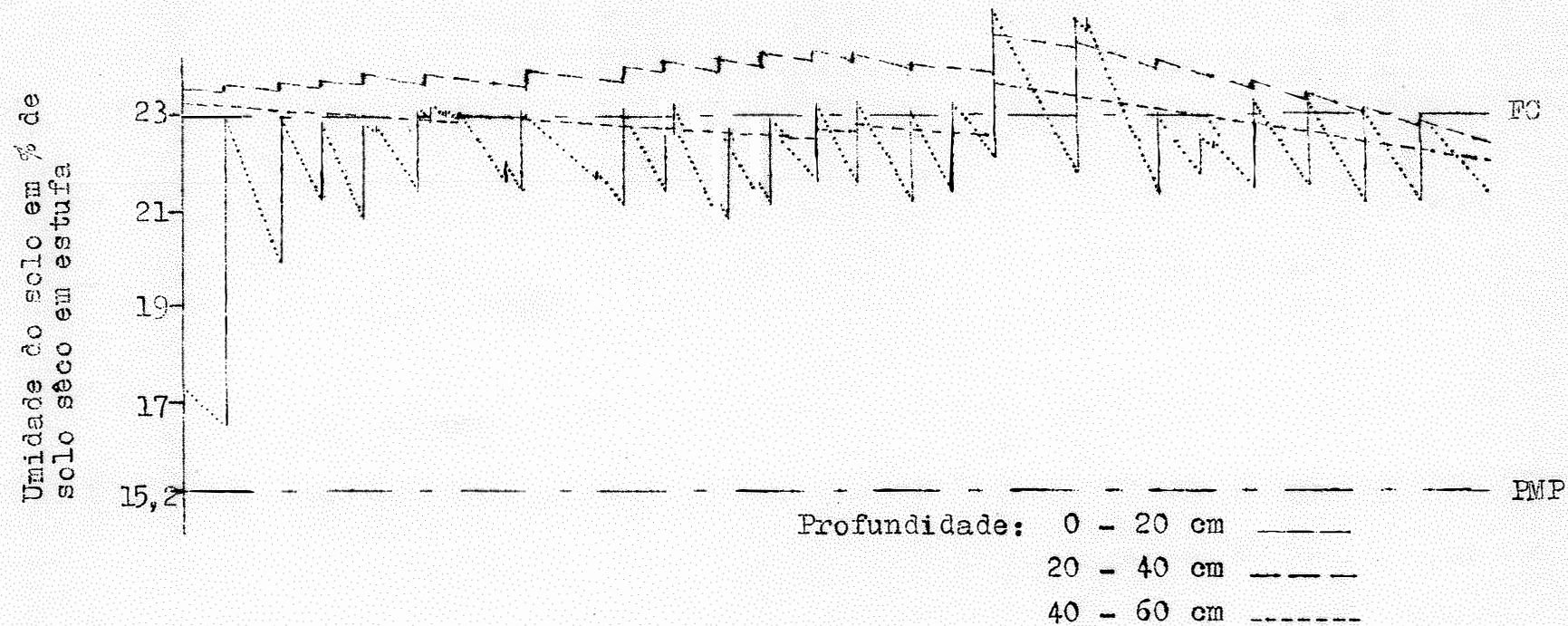


Fig. 8-a - Tratamento 75 (1966) - Irrigação, precipitação e variação da umidade do solo.

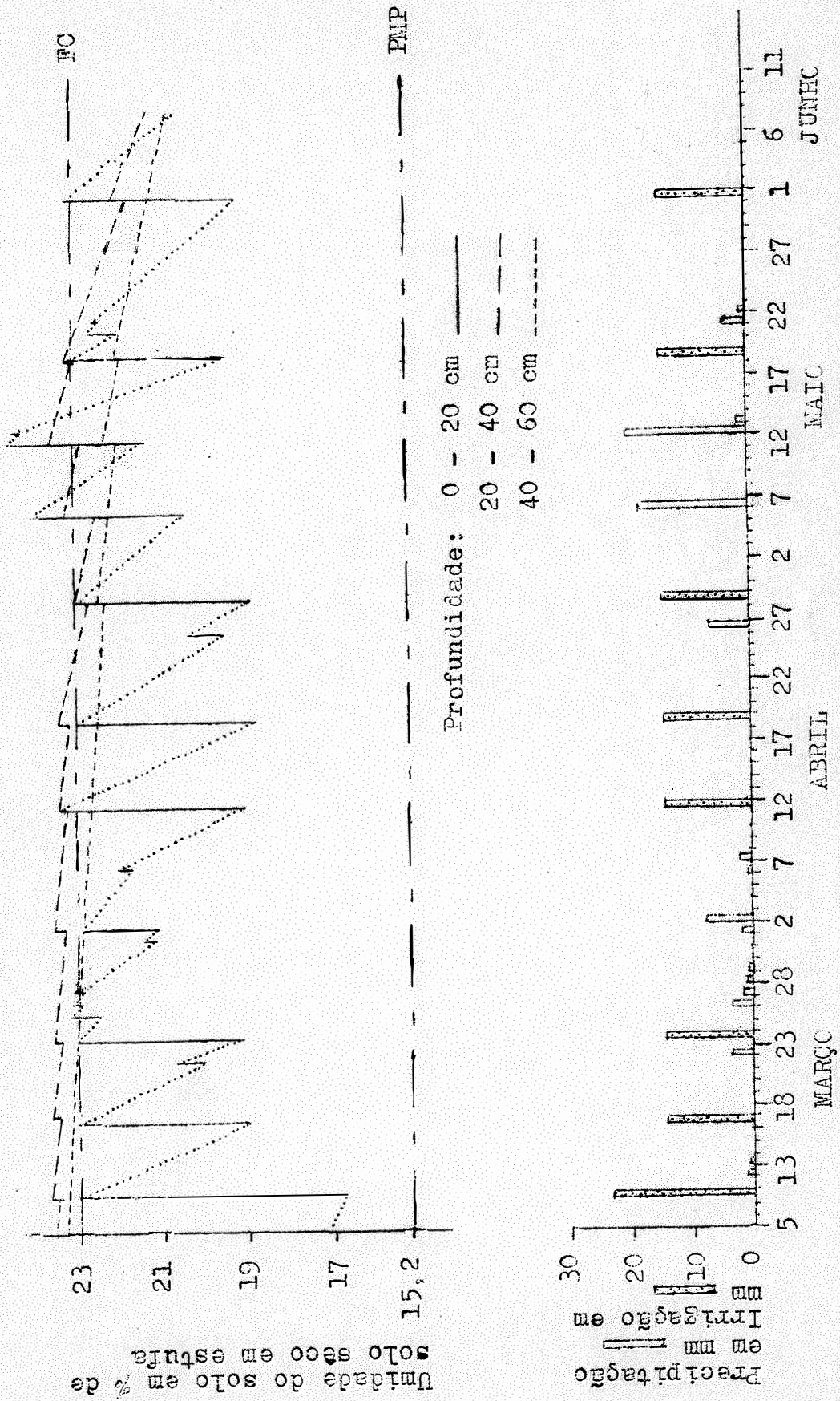


Fig. 8-b - Tratamento 50 (1966) - Irrigação, precipitação e variação da unidade do solo.

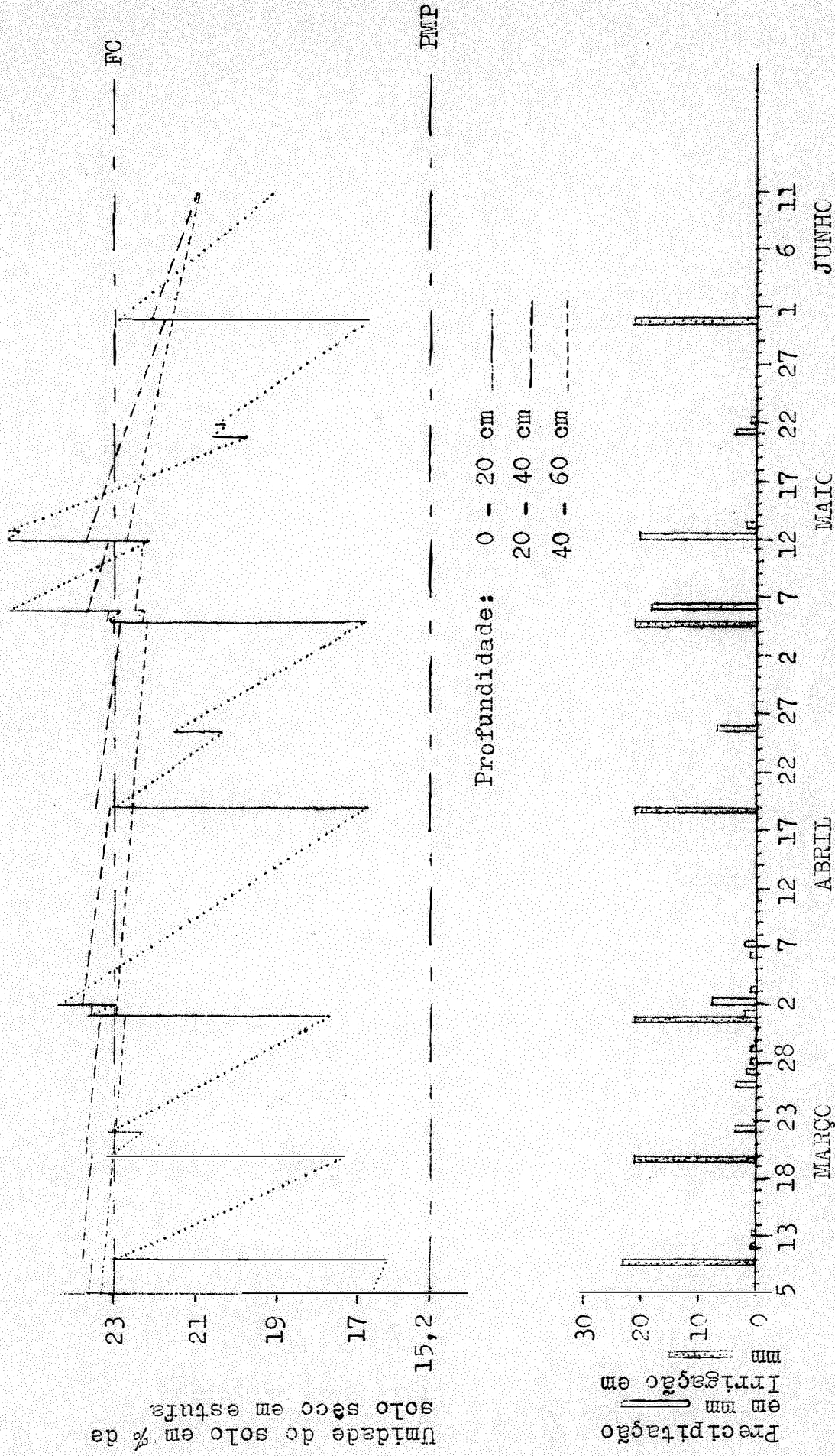


Fig. 8-c - Tratamento 25 (1966) - Irrigação, precipitação e variação da unidade do solo.

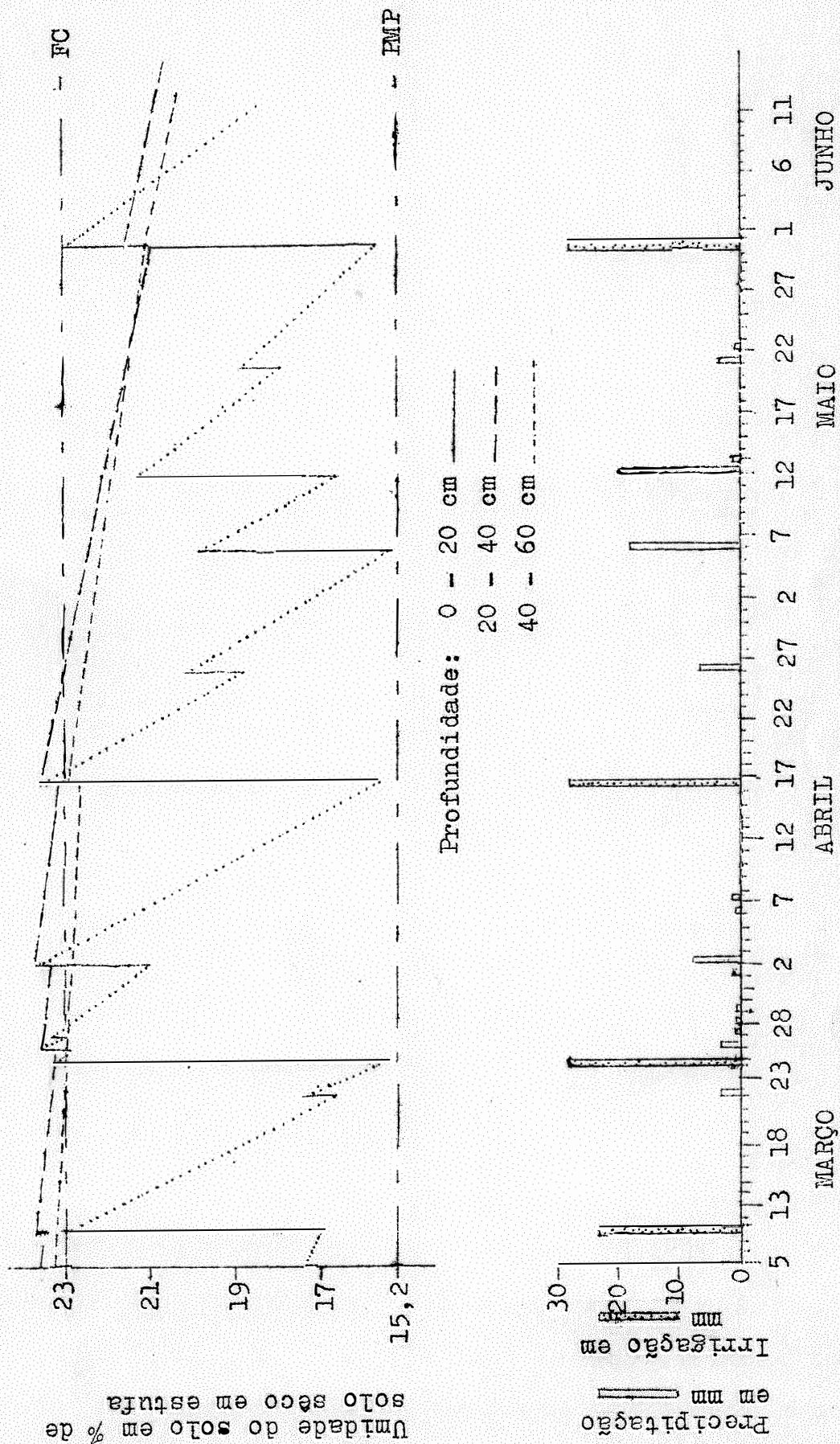


Fig. 8-d - Tratamento EMP (1966) - Irrigação, precipitação e variação da unidade do solo.

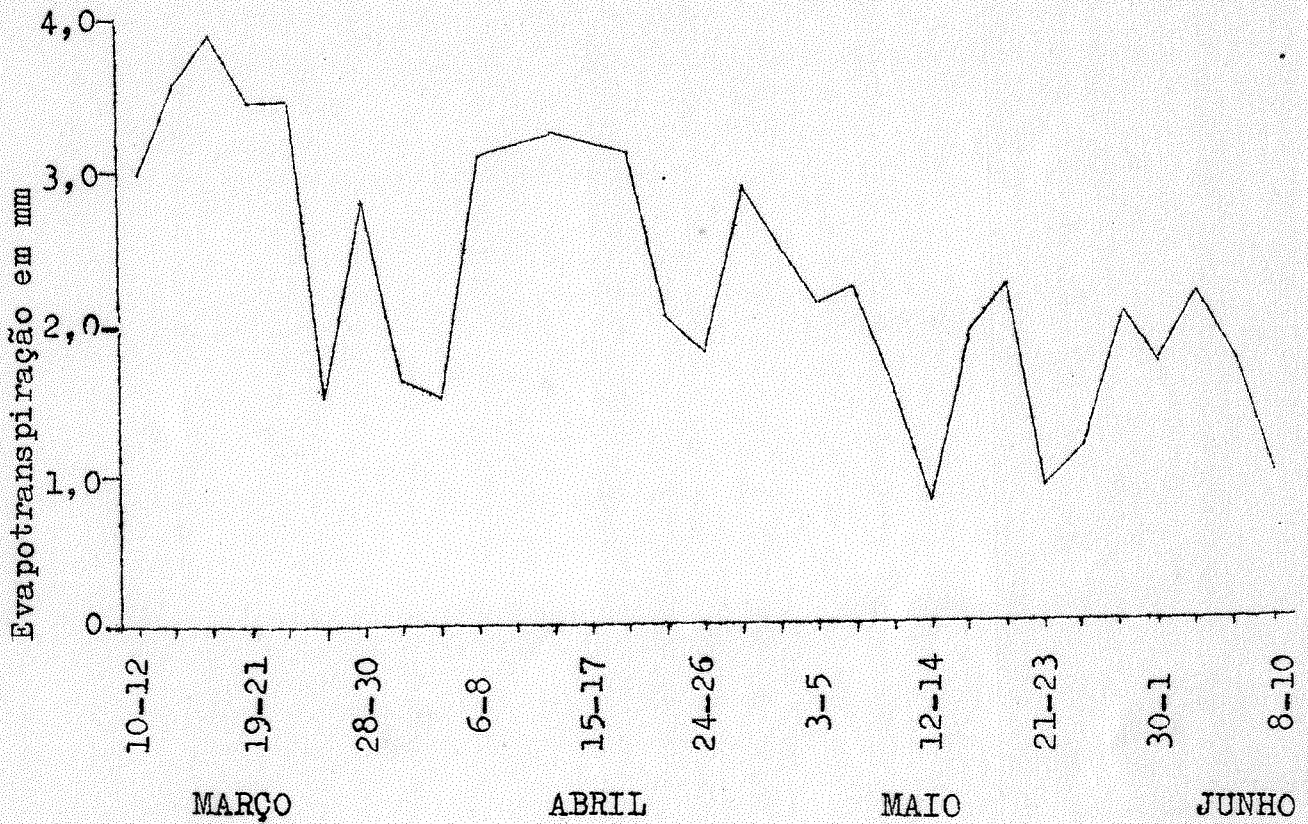


Fig. 9 - Evapotranspiração média diária em mm, de cada três dias no período: 10/3/66 a 10/6/66.

4.2 - Ensaio de 1967

O experimento foi instalado no dia 4 de abril de 1967, e as variáveis estudadas tiveram seus dados registrados e analisados estatisticamente.

4.2.1 - Produção

Seguindo o mesmo critério adotado no ensaio anterior, foram considerados o peso total de bulbos por hectare, as porcentagens de perfilhamentos e de cebolões, como pertencentes a este item. Os valores registrados acham-se no QUADRO 22, e as respectivas análises estatísticas, nos QUADROS 23, 24 e 25.

QUADRO 22 - Dados relativos à produção, perfilhamentos e cebolões.

Blocos	Tratamentos	Produção de bulbos (Kg/ha)	% de perfilhamentos	% de cebolões
I	75	22.205	35,62	21,25
	50	22.161	28,12	26,25
	25	14.440	20,62	18,73
	FMP	14.546	38,75	22,50
II	75	31.668	34,37	16,87
	50	24.987	36,87	15,63
	25	23.031	42,50	13,12
	FMP	16.958	33,75	13,12
III	75	31.887	40,63	15,63
	50	19.624	38,12	14,37
	25	15.693	38,12	18,75
	FMP	12.962	38,75	19,38
IV	75	23.087	38,75	23,75
	50	22.062	41,87	23,75
	25	21.224	38,12	24,40
	FMP	12.506	33,12	25,00
V	75	30.449	34,37	24,37
	50	31.875	30,00	18,12
	25	22.812	40,63	25,62
	FMP	16.337	39,37	22,50

QUADRO 23 - Análise da variância para produção de bulbos em Kg/ha.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	492.102.600	164.034.200	21,62 ⁺⁺
Blocos	4	149.343.000		
Resíduo	12	144.131.782	7.585.883	
Total	19	755.577.382		
Médias dos tratamentos (Kg/ha)		Êrro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 27.859$		2.754,25	5% = 5.555,28	
$m_{50} = 24.142$				
$m_{25} = 19.440$			1% = 7.193,53	
$m_{PMP} = 14.662$				
C.V. = 12,79%				

QUADRO 24 - Análise da variância para porcentagem de perfilhamentos

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	4,07	1,3567	0,12
Blocos	4	62,60		
Resíduo	12	132,85	11,0708	
Total	19	199,52		
C.V. = 9,02%				

QUADRO 25 - Análise da variância para a porcentagem de cebolões.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	1,369	0,4563	0,12
Blocos	4	141,771		
Resíduo	12	46,011	3,8342	
Total	19	189,151		

C.V. = 7,37%

4.2.2 - Dados biométricos

Mensurações semelhantes às conduzidas no ensaio de 1966 foram desenvolvidas neste experimento, e os valores relativos ao número de fôlhas, comprimento da maior fôlha, diâmetro do talo, diâmetro do bulbo, peso do bulbo e peso das fôlhas, encontram-se no QUADRO 26, juntamente com os dados registrados para incidência de Alternaria porri, Ellis. As respectivas análises estatísticas encontram-se nos QUADROS 27 a 33.

QUADRO 26 - Dados biométricos e incidência de Alternaria porri, Ellis. (média aritmética de 15 plantas por parcela)

Blo cos	Trata mentos	Nº de fôlhas	Compr. maior fôlha (cm)	Diâm. do talo (cm)	Diâm. do bulbo (cm)	Peso do bulbo (g)	Peso das fôlhas (g)	Incidência <u>Alternaria</u> <u>porri</u> , Ellis (%)
I	75	8,13	53,40	1,53	5,79	136,78	42,36	8,21
	50	7,53	48,33	1,21	4,95	88,60	26,08	16,87
	25	9,00	43,40	1,15	4,13	60,20	25,60	11,11
	PMP	10,60	42,60	1,05	3,37	49,13	37,85	13,16
II	75	12,67	57,67	1,73	5,79	142,33	104,17	3,71
	50	9,40	51,67	1,54	5,09	124,67	59,17	15,97
	25	8,87	48,00	1,35	4,71	82,33	36,25	12,06
	PMP	11,27	47,07	1,14	4,64	71,13	36,88	11,40
III	75	7,93	54,20	1,70	5,46	130,66	70,00	15,25
	50	11,30	48,47	1,43	5,35	90,00	50,00	8,87
	25	9,80	43,33	1,27	4,04	53,93	38,75	13,57
	PMP	12,60	42,40	1,01	3,95	51,25	20,50	14,43
IV	75	9,60	51,07	1,64	5,49	121,33	57,73	12,50
	50	9,13	49,40	1,48	4,87	113,33	85,00	8,00
	25	10,87	49,47	1,57	4,70	108,67	66,67	6,57
	PMP	7,60	44,00	1,29	4,02	60,33	24,64	10,42
V	75	11,13	58,47	1,80	5,26	147,33	116,67	15,39
	50	11,13	57,40	1,58	5,60	126,67	100,77	5,39
	25	10,60	50,27	1,35	5,22	120,00	75,83	11,32
	PMP	9,87	44,47	1,38	4,07	78,00	46,92	9,18

QUADRO 27 - Análise da variância para número de folhas

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	1,1519	0,3839	0,14
Blocos	4	11,7843		
Resíduo	12	33,0787	2,7565	
Total	19	46,0149		
C.V. = 16,63				

QUADRO 28 - Análise da variância para comprimento da maior folha

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	339,355	113,1180	26,50 ⁺⁺
Blocos	4	102,345		
Resíduo	12	51,227	4,2689	
Total	19	492,927		
Médias dos Tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 54,96$		2,07	5% = 4,17	
$m_{50} = 51,05$				
$m_{25} = 46,89$			1% = 5,39	
$m_{PMP} = 44,10$				
C.V. = 4,19%				

QUADRO 29 - Análise da variância para diâmetro do talo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,6761	0,2253	28,52 ⁺⁺
Blocos	4	0,2234		
Resíduo	12	0,0953	0,0079	
Total	19	0,9948		
Médias dos tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 1,68$		0,089	5% = 0,179	
$m_{50} = 1,45$				
$m_{25} = 1,34$			1% = 0,232	
$m_{PMP} = 1,17$				
C.V. = 6,30%				

QUADRO 30 - Análise da variância para diâmetro do bulbo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	6,9607	2,3202	17,76 ⁺⁺
Blocos	4	0,7523		
Resíduo	12	1,5673	0,1306	
Total	19	9,2803		
Médias dos tratamentos (cm)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
$m_{75} = 5,56$		0,3613	5% = 0,73	
$m_{50} = 5,17$				
$m_{25} = 4,56$			1% = 0,94	
$m_{PMP} = 4,01$				
C.V. = 7,49%				

QUADRO 31 - Análise da variância para peso do bulbo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	15.001,31	5.000,43	29,84 ⁺⁺
Blocos	4	3.750,75		
Resíduo	12	2.010,73	167,56	
Total	19	20.762,79		
Médias dos tratamentos (g)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
m ₇₅ = 135,68		5,79	5% = 26,11	
m ₅₀ = 108,65				
m ₂₅ = 85,02			1% = 33,81	
m _{PMP} = 61,97				
C.V. = 5,92%				

QUADRO 32 - Análise da variância para peso das folhas

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	5.633,08	1.877,69	6,23 ⁺⁺
Blocos	4	6.060,64		
Resíduo	12	3.618,97	301,58	
Total	19	15.312,69		
Médias dos tratamentos (g)		Erro padrão das médias	d. m. s. (Tukey)	
m ₇₅ = 78,19		17,37	5% = 35,02	
m ₅₀ = 64,20				
m ₂₅ = 48,62			1% = 45,35	
m _{PMP} = 33,35				
C.V. = 30,97%				

QUADRO 33 - Análise da variância ~~para~~ a incidência de Alter-
naria porri, Ellis.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	3,4210	1,1403	0,068
Blocos	4	31,8390		
Resíduo	12	200,6608	16,7217	
Total	19	235,9208		
C.V. = 21,22%				

4.2.3 - Precocidade

Foram realizadas quatro colheitas, nos dias 13, 21 e 27 de julho e 4 de agosto de 1967.

Seguindo o mesmo critério do primeiro ensaio, foram analisadas, estatisticamente, as duas colheitas iniciais. Os dados registrados e a respectiva análise da variância encontram-se nos QUADROS 34 e 35.

QUADRO 34 - Resultados da soma das duas primeiras colheitas expressos em porcentagem da colheita total.

Tratamentos	B l o c o s				
	I	II	III	IV	V
75	54,75	59,35	44,16	53,84	60,99
50	58,05	58,05	40,07	48,90	53,89
25	57,75	53,46	50,85	54,07	55,01
PMP	55,50	61,60	54,97	51,65	59,66

QUADRO 35 - Análise da variância para os valores obtidos nas duas primeiras colheitas transformados em porcentagem da colheita total.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	20,70	6,90	1,48
Blocos	4	106,29		
Resíduo	12	56,00	4,67	
Total	19	182,99		

C.V. = 4,55%

4.2.4 - Variações da umidade do solo - irrigação e precipitação

Os valores relativos a estas variáveis encontram-se nos gráficos da Fig. 10.

4.2.5 - Evapotranspiração

Os valores referentes a esta variável, computados no período de 1º de abril a 14 de julho de 1967, constam do gráfico da Fig. 11.

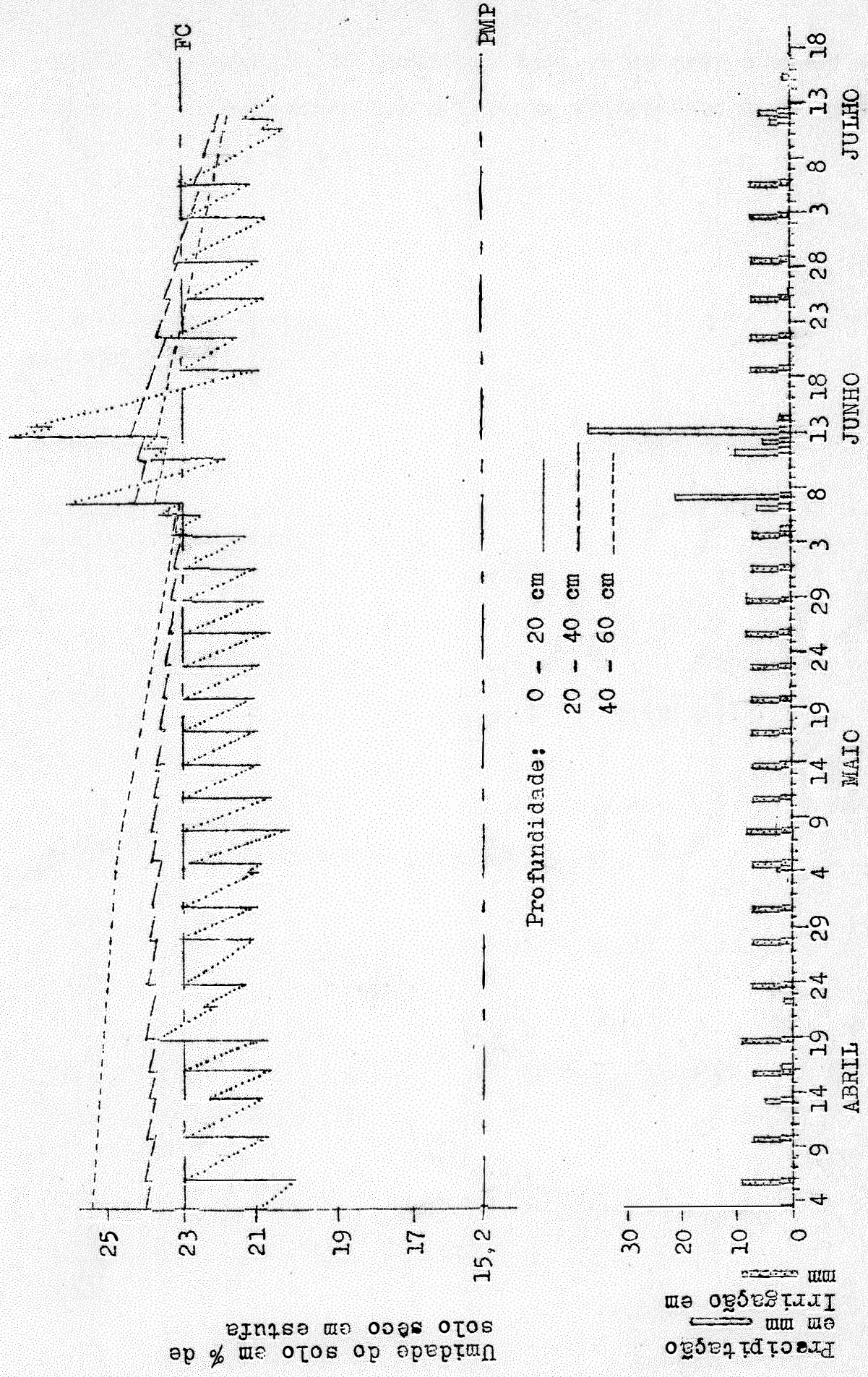


Fig. 10-a - Tratamento 75 (1967) - Irrigação, precipitação e variação da umidade do solo.

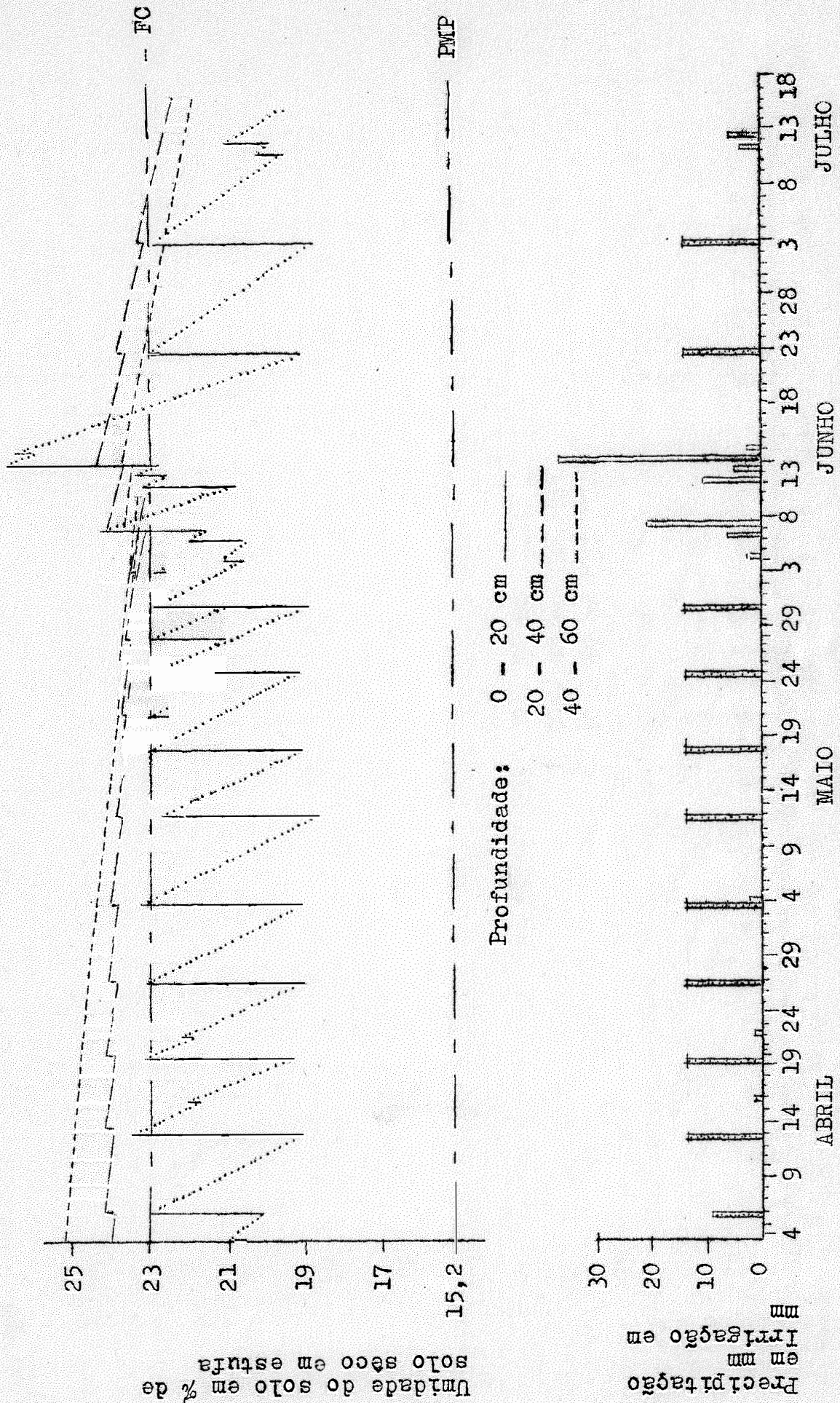


Fig. 10-b - Tratamento 50 (1967) - Irrigação, precipitação e variação da umidade do solo.

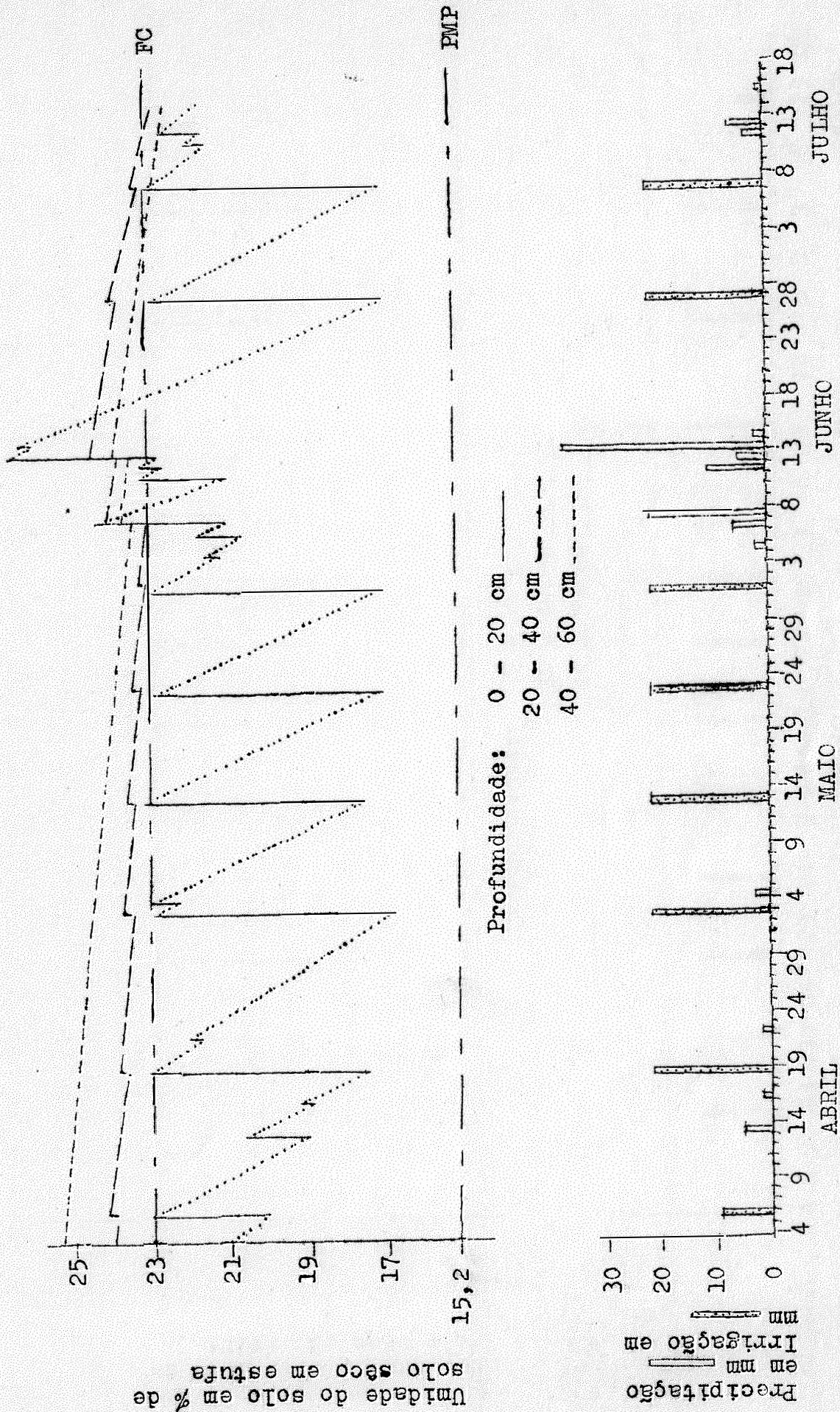


Fig. 10-c - Tratamento 25 (1967) - Irrigação, precipitação e variação da umidade do solo.

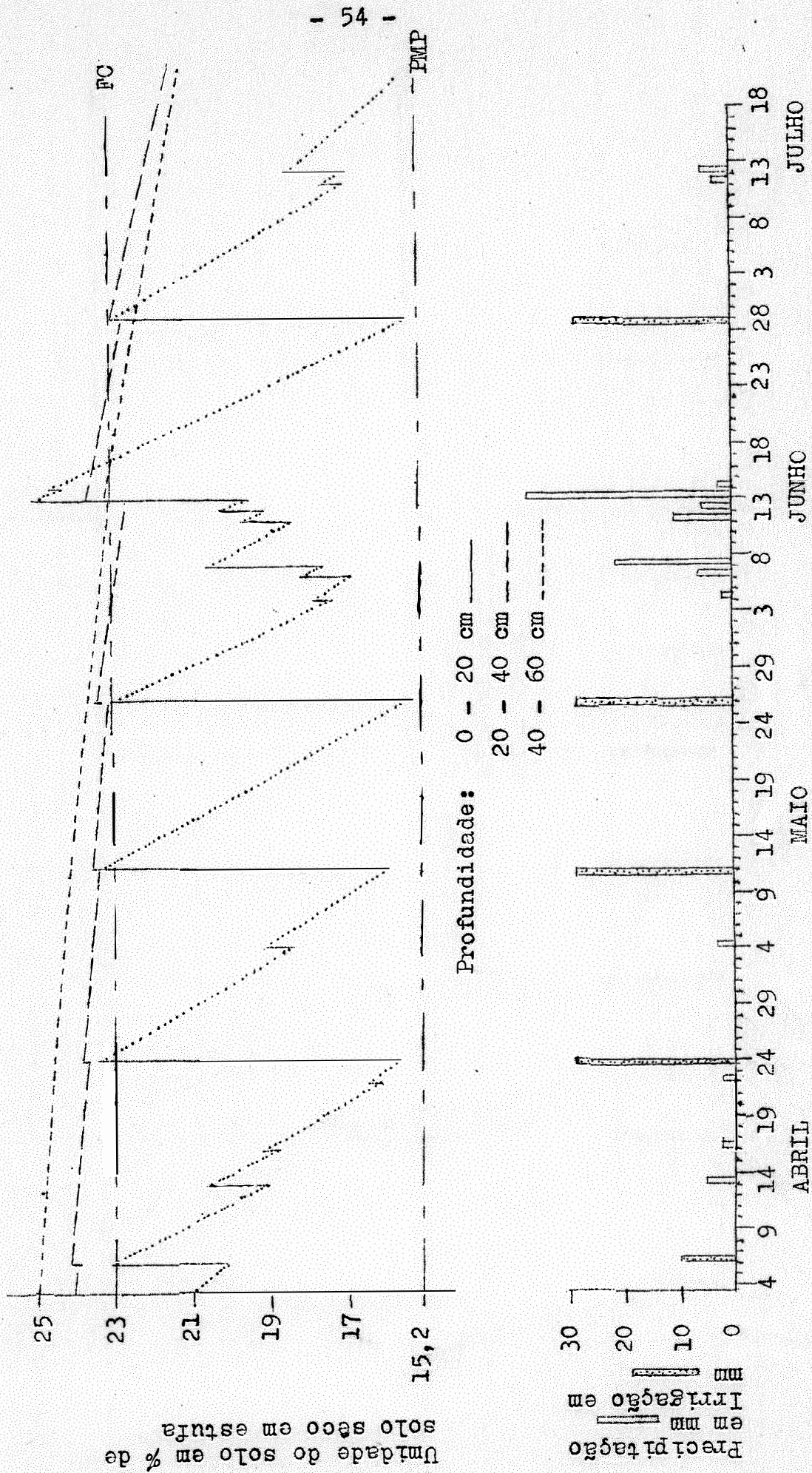


Fig. 10-d - Tratamento FMP (1967) - Irrigação, precipitação e variação da unidade do solo.

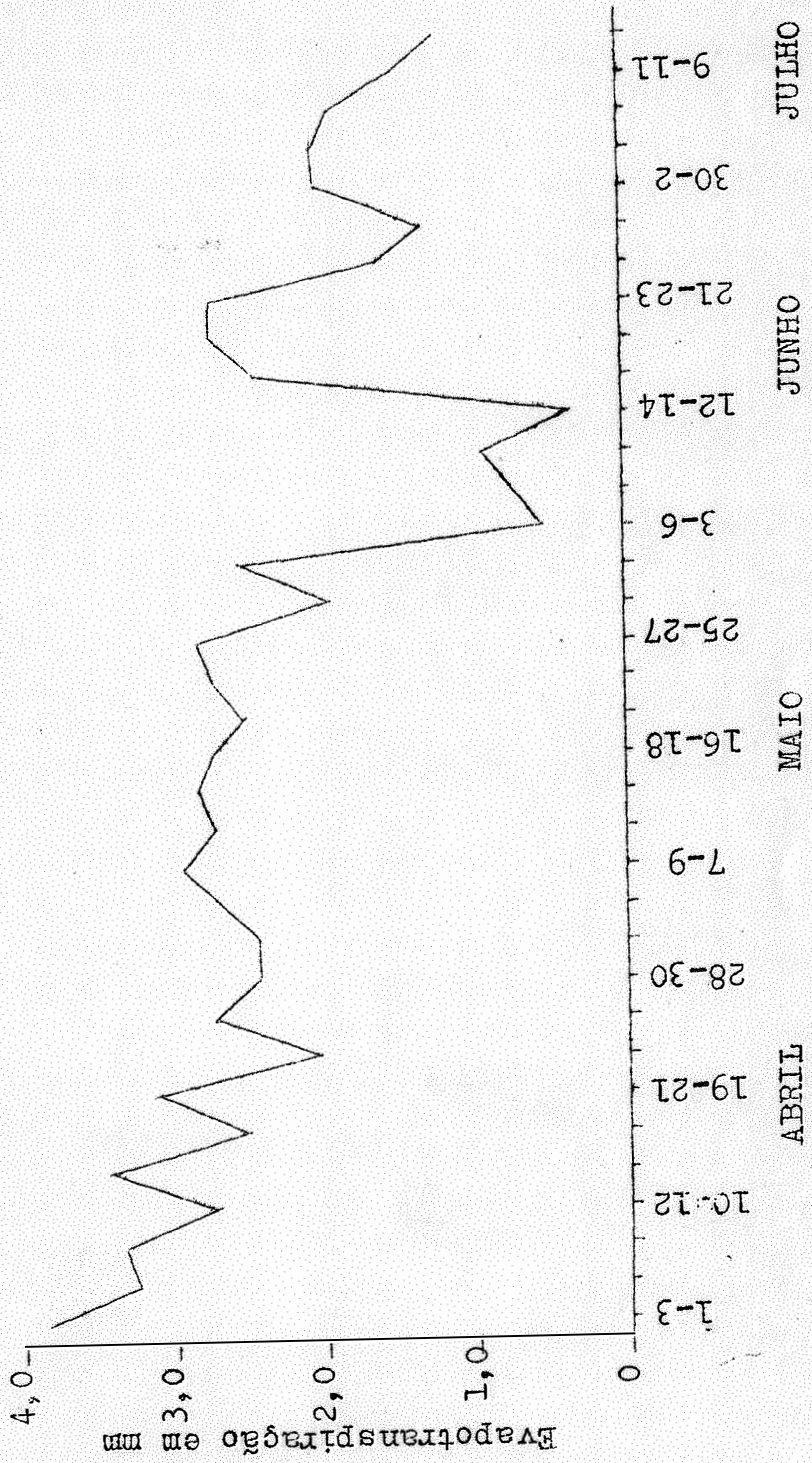


Fig. 11 - Evapotranspiração média diária em mm, de cada três dias no período: 1/4/67 a 14/7/67.

4.3 - Interação tratamentos por anos

As análises estatísticas das variáveis computadas encontram-se nos QUADROS 45 a 55.

QUADRO 45 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes à produção de bulbos em Kg/ha.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	394,885,037	394,885,037	
Tratamentos	3	904.700,178	301.566,722	
Anos x trat.	3	2.382.599	794,199	0,074
Resíduo	21		10.724.772	

QUADRO 46 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes à porcentagem de perfilhamentos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	43,38	43,38	
Tratamentos	3	38,15	12,72	
Anos x Trat.	3	26,52	8,84	0,77
Resíduo	21		11,50	

QUADRO 47 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes à porcentagem de cebolões.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	1,622,73	1.622,73	
Tratamentos	3	19,48	6,49	
Anos x Trat.	3	19,08	6,36	1,55
Resíduo	21		4,08	

QUADRO 48 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao número de fôlhas.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	29,80	29,80	
Tratamentos	3	9,72	3,24	
Anos x Trat.	3	9,72	3,24	1,53
Resíduo	21		2,11	

QUADRO 49 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao comprimento da maior fôlha.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	376,83	376,83	
Tratamentos	3	638,60	212,87	
Anos x Trat.	3	5,70	1,90	0,26
Resíduo	21		7,35	

QUADRO 50 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao diâmetro do talo

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	0,2742	0,2742	
Tratamentos	3	1,1008	0,3669	
Anos x Trat.	3	0,0220	0,0073	0,62
Resíduo	21		0,0118	

QUADRO 51 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao diâmetro do bulbo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	19,4045	19,4045	
Tratamentos	3	9,1798	3,0599	
Anos x Trat.	3	0,7265	0,2421	1,77
Resíduo	21		0,1365	

QUADRO 52 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao peso do bulbo.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	13.829,66	13.829,66	
Tratamentos.	3	21.565,30	7.188,43	
Anos x Trat.	3	1.269,34	423,11	2,71
Resíduo	21		155,58	

QUADRO 53 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes ao peso das folhas.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	1.201,27	1,201,27	
Tratamentos.	3	7.253,69	2,417,89	
Anos x Trat.	3	515,26	171,75	0,79
Resíduo	21		217,71	

QUADRO 54 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes à incidência de Alternaria porri, Ellis.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	2.755,81	2.755,81	
Tratamentos.	3	73,39	24,46	
Anos x Trat.	3	47,14	15,71	0,96
Resíduo	21		16,38	

QUADRO 55 - Análise estatística com os dados de 1966 e 1967, referentes à precocidade.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	1	2.176,08	2.176,08	
Tratamentos.	3	14,32	4,77	
Anos x Trat.	3	50,74	16,91	1,22
Resíduo	21		13,83	

5 - DISCUSSÃO

A rapidez com que a água é retirada do solo, por evaporação e transpiração, resulta de fatores relacionados à planta, às condições meteorológicas e à natureza do solo.

Não foram consideradas as minúcias da fisiologia do fenômeno mas, apenas, os efeitos dos diferentes níveis mínimos de umidade do solo no comportamento da cultura da cebola.

Na revisão da literatura, procurou-se evidenciar as principais teorias desenvolvidas, sobre a disponibilidade da água do solo às plantas, todas argumentadas em bases experimentais.

Embora os estudos conduzidos no presente trabalho, sejam baseados em ensaios de, apenas, dois anos consecutivos, sob condições locais de solo, clima e variedade específica, os dados obtidos indicam a necessidade de água complementar à cultura. As informações, daí provenientes, poderão, pelo menos, oferecer elementos suficientes à organização de anteprojetos, para planejamentos de irrigação, com base numa indispensável análise econômica.

5.1 - Produção

Foram introduzidas, neste ítem, além da produção de bulbos por hectare, as porcentagens de perfilhamentos e cebolões (QUADROS 1 e 22).

A análise estatística dos valores condicionados ao peso total de bulbos por hectare, revelou-se altamente significativa para ambos os ensaios, mostrando a influência favorável dos tratamentos mantidos a altos teores de umidade do solo (QUADROS 2 e 23).

Por outro lado, não houve significância estatística dos tratamentos sobre os dados relativos às incidências de cebolões e perfilhamentos (QUADROS 3, 4, 24 e 25).

Estes resultados são concordantes com os obtidos por CURRY (1937 e 1941). DRINKWATER e JAMES (1955) obtiveram resultados semelhantes, porém, divergentes, apenas, quanto à incidência de defeitos ou anomalias (cebolões e perfilhamentos) que se manifestou com maior intensidade nas parcelas mais frequentemente irrigadas, para dois híbridos de cebola por eles estudados.

Convém mencionar (TORRES, 1951) que os processos de formação do bulbo de cebola dependem, principalmente, de fatores relacionados à temperatura, ao fotoperiodismo e à reserva de nitrogênio do solo.

SIMÃO (1961) estudou a influência da época de plantio na cultura da cebola, verificando que a produção decresce com o plantio retardado. Assim sendo, justifica-se a ocorrência de menores produções para os tratamentos do ensaio de 1967, comparadas com as de 1966.

5.2 - Dados biométricos

Os caracteres mensurados, cujos dados constam dos QUADROS 5 e 26, submetidos à análise estatística mostraram significância, no que concerne ao comprimento da maior folha, aos diâmetros do talo e do bulbo e aos pesos do bulbo e das folhas (QUADROS 7 a 11 e 28 a 32). Apenas, não apresentaram resultados, estatisticamente significativos, aqueles relativos ao número de folhas (QUADROS 6 e 27).

A comparação entre os tratamentos, quanto às diferenças no desenvolvimento vegetativo, poderá ser visualizada pelas fotografias da Fig. 7.

SINGH e ALDERFER (1966) encontraram resultados semelhantes, ao generalizarem que, altas tensões de umidade do solo concorrem, intensamente, para o decréscimo do desenvolvimento vegetativo na cultura da cebola.

5.3 - Incidência de doenças

Procedeu-se a esse estudo com base na incidência de Alternaria porri, Ellis. Justifica-se a preferência por esta doença, como base, por ser a que mais intensamente se evidenciou, dentre as demais, nos ensaios. Assim, os QUADROS 5 e 26 mostram as porcentagens de folhas atacadas em relação ao número de folhas das plantas consideradas. Os QUADROS 12 e 33 indicam a inexistência de significância estatística entre os tratamentos, sobre este caráter, nas condições estudadas.

Estes resultados harmonizam-se com os verificados por CURRY (1937), que não encontrou diferenças

significativas em parcelas sujeitas a diferentes variações de umidade do solo, sobre a incidência de pragas e doenças na cultura da cebola.

5.4 - Matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos bulbos

Estas variáveis (QUADRO 13) foram estudadas somente no ensaio de 1966. Os dados obtidos, analisados estatisticamente, revelaram não sofrer qualquer influência das variações dos teores de umidade do solo considerados (QUADROS 14 a 19).

SINGH e ALDERFER (1966) não salientaram, também, diferenças nos teores dos mesmos elementos aqui estudados e, ainda, nos de ferro, manganês, zinco e cobre, sob diferentes tensões de umidade do solo, porém, trabalhando com alface.

5.5 - Precocidade

Os resultados que constam dos QUADROS 20 e 34, submetidos à análise estatística (QUADROS 21 e 35), mostram que os diferentes tratamentos não intervieram no ciclo vegetativo da cultura da cebola, nas condições aqui estudadas. CURRY (1937) encontrou resultados semelhantes. Entretanto, DRINKWATER e JAMES (1955) verificaram um amadurecimento mais rápido, em dois híbridos estudados, nos tratamentos irrigados menos frequentemente, porém, apenas em um dos dois ensaios instalados.

5.6 - Interação tratamentos por anos

A análise estatística conjunta dos caracteres comuns, estudados nos anos de 1966 e 1967, demonstrou que não houve interação de tratamentos por anos (QUADROS 45 a 55).

A ausência de interação vem indicar que o comportamento dos tratamentos, para as variáveis consideradas, foi semelhante em ambos os ensaios.

5.7 - Umidade do solo, irrigação, precipitação e evapotranspiração

a) Umidade do solo

Os máximos decréscimos dos teores de umidade do solo, em 100, 75, 50 e 25 por cento do intervalo de água disponível, que distinguem os quatro tratamentos, **correspondem aos valores** respectivos de 15,0, 6,0, 1,0 e 0,5 atmosferas de tensão de umidade do solo (Fig. 1).

Os gráficos das Figs. 8 e 10, indicativos das variações aproximadas dos teores de umidade do solo, às profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm, mostram que, na camada mais superficial, surgiram as extrações mais intensas de umidade. Este fato pode ser atribuído à maior ocorrência de raízes nessa camada (conforme verificações executadas no próprio perfil), aliadas às condições de evaporação na superfície. Às profundidades de 20-40 e 40-60 cm verificou-se um perceptível aumento no uso d'água pela cultura, acompanhando o desenvolvimento radicular, o que

pode ser comprovado pelas curvas de variação de umidade do solo.

A estimativa da efetiva concentração das raízes das plantas, através das curvas de extração de umidade do solo, foi citada por VEIHMEYER e HOLLAND (1949).

b) Irrigação e precipitação

Em ambos os ensaios, a primeira irrigação constou de uma incorporação de água ao solo, com o intuito de levar todas as parcelas à capacidade de campo. Os fornecimentos seguintes limitaram-se aos níveis predeterminados de umidade do solo, a cada tratamento, sempre calculados para umedecer a camada superficial média de 20cm (Figs. 8 e 10).

As precipitações pluviométricas ocorridas desde as instalações dos experimentos até as respectivas colheitas, não intervieram nos objetivos das investigações, devido à desproporcionalidade em distribuição e intensidade (Figs. 8 e 10).

Os valores relativos às quantidades totais de água incorporadas ao solo indicam que as parcelas mantidas a baixas tensões de umidade do solo, na zona de efetiva concentração de raízes, consumiram mais água do que aquelas sujeitas a maiores tensões, porém, com rendimentos superiores e maior desenvolvimento vegetativo.

Os resultados obtidos nos ensaios indicam, portanto, a inadequação da teoria de Veihmeyer, nas condições estudadas.

c) Evapotranspiração

Avaliaram-se, diàriamente, os dados relativos a essa variável, pelo processo de PENMAN-BAVEL (1956), e os gráficos das Figs. 9 e 11 mostram as variações ocorridas.

As condições de evapotranspiração potencial que prevaleceram durante os ensaios, permitem enquadrá-las na classificação elaborada por DENMEAD e SHAW (1962), como intermediárias. Estes pesquisadores trabalharam com plantas de milho em vasos, num solo barro-argilo-limoso, e verificaram que, com as plantas submetidas a condições de velocidade de transpiração potencial baixa (1,4mm por dia), o murchamento ocorreu a um potencial elevado de água do solo (12 atmosferas). Com uma velocidade de transpiração potencial alta (6,4 mm por dia), o murchamento ocorreu a 0,3 atmosferas de tensão de umidade do solo; e os murchamentos ocorridos a tensões intermediárias de água do solo foram registrados para velocidades de transpiração potencial, também, intermediárias.

Convém salientar, ainda, que as condições de evapotranspiração potencial, ocorridas nos ensaios são, relativamente, comparáveis aos resultados tabulados por MORETTI (1965), para um período de 18 anos e para a época e região consideradas.

Embora os resultados obtidos se enquadrem nas teorias de Richards e Wadleigh e de Denmead e Shaw, parece que a teoria desenvolvida por estes últimos seja a mais convincente para a análise das necessidades de água pelas plantas, devido às considerações mais amplas das variáveis envolvidas na produção e crescimento. Porém, como as varia

ções climáticas são de difícil intervenção, é de acreditar-se que a manutenção da umidade do solo, de fácil disponibilidade às plantas, determinada para condições específicas de clima, espécie vegetal e natureza do solo, seja o caminho para a determinação das melhores condições para o desenvolvimento vegetal, no que concerne às relações água-planta.

6 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nos experimentos aqui descritos e discutidos, com base nos métodos aplicados e nas condições locais de campo, permitiram as conclusões que vêm a seguir.

1) Durante todo o ciclo da cultura da cebola (Allium cepa, L.), a presença constante de tensões de umidade do solo, inferiores a 0,5 atmosfera, na camada 0-20 centímetros, conduziu os fatores (aqui analisados) afetados por essa variável a uma atividade maior, em comparação com a daquela resultante de tensões mais elevadas.

2) A produção de bulbos, em quilogramas por hectare, mostrou-se mais favorável para as parcelas nas quais se mantiveram os teores de umidade do solo próximos ao da capacidade de campo.

3) Os defeitos ou anomalias (cebolões e perfilhamentos) não foram afetados pelas variações de umidade do solo, dentro do intervalo de água disponível.

4) Os caracteres relacionados à parte aérea (exceto o número de fôlhas) e aos bulbos, tais como, comprimento das fôlhas, diâmetro do talo e do bulbo e peso do bulbo e das fôlhas, mostraram-se sensíveis aos diferentes tratamentos de umidade do solo.

5) As variações dos teores de umidade do solo, no intervalo de água disponível não intervieram na incidência de Alternaria porri, Ellis.

6) Os valores relativos às porcentagens de matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos bulbos, não sofreram influência das variações de tensões de umidade do solo, características de cada tratamento.

7) Os tratamentos conduzidos não afetaram o número de dias do ciclo vegetativo da cultura da cebola.

7 - RESUMO

O presente trabalho versa sôbre a avaliação das influências de intervalos específicos de umidade do solo, sob condições de campo, sôbre alguns aspectos da cultura da cebola (Allium cepa L.), através do processo de bulbinhos.

As investigações foram conduzidas nos anos de 1966 a 1967.

Os experimentos foram instalados num solo classificado e mapeado pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), ao nível de grande grupo, como pertencente à unidade taxonômica Latosol Vermelho-Escuro e à unidade de mapeamento Latosol Vermelho Escuro-Orto. Ao nível de série, RANZANI, FREIRE e KINJO (1966) classificaram-no e denominaram como Série Luiz de Queiroz. No local de instalação dos ensaios, o solo apresenta-se decapitado e com uma declividade em torno de seis por cento.

As condições relativas à evapotranspiração, durante os ensaios, foram avaliadas pelo processo de PENMAN-BAVEL (1956), enquadrando-se na classificação de DENMEAD e SHAW (1962), como intermediárias e são relativamente comparáveis aos resultados tabulados por MORETTI (1965), para um período de 18 anos, e para a época e região consideradas.

Escolheu-se uma linhagem da variedade Baia Periforme Precoce, selecionada no Instituto de Genética, em Piracicaba, pelas boas condições de adaptabilidade à região.

A irrigação foi conduzida pelo método de sulcos de infiltração e as variações de umidade do solo foram estimadas às profundidades 0-20, 20-40 e 40-60cm, pelo método gravimétrico padrão (estufa a 105-110°C, até peso constante).

Os ensaios foram delineados em blocos ao acaso, com quatro tratamentos que se distinguiram quanto aos níveis mínimos de umidade do solo, em 75, 50, 25 e 0 por cento do intervalo de água disponível.

Os resultados obtidos proporcionaram conclusões, que devem ser consideradas dentro das limitações advindas das condições e métodos em que foram desenvolvidos os experimentos.

Considerando-se o ciclo estudado da cultura, sob influência de diferentes variações de umidade do solo, verificou-se que certos aspectos são, distintamente, afetados e outros insensíveis. Conclui-se que aqueles encontraram melhores condições para o desenvolvimento, através da manutenção de teores de umidade do solo superiores a 75 por cento da água disponível, ou seja, tensões inferiores a 0,5 atmosfera, na camada 0-20 cm.

As características da cultura que responderam, favoravelmente, a baixas tensões de umidade do solo constituíram-se dos seguintes: a) produção de bulbos; b) diâmetro do bulbo; c) diâmetro do talo; d) comprimento das folhas; e) peso das folhas.

Por outro lado, as variações de umidade do solo, ocorrendo dentro do intervalo de água disponível, não afetaram a cultura quanto aos seguintes aspectos: a) porcentagem de perfilhamentos e cebolões; b) número de folhas; c) incidência de Alternaria porri, Ellis; d) porcentagem de matéria seca, nitrogênio fósforo, potássio, cálcio e magnésio; e) número de dias do ciclo vegetativo.

Finalmente, para as condições de solo, clima e variedade, que circunstanciaram os ensaios, os resultados obtidos evidenciam, do ponto de vista da produção, a necessidade da aplicação de água complementar (irrigação) na condução da cultura da cebola, processo de bulbinhos. Naturalmente, essa aplicação dependerá de um planejamento, substanciado num teor ideal e preestabelecido de umidade do solo, para atender a um desenvolvimento desejável das plantas, de acordo com uma interpretação econômica das relações produção, mercado e água de irrigação.

8 - LITERATURA CITADA

- ASHTON, M.F. Effects of a series of cycles of alternating low and high soil water contents on the rate of apparent photosynthesis in sugar cane. *Pl. Physiol.* 31: 266-274. 1956.
- BAVEL, C.H.M. VAN A nomogram to estimate maximum evapotranspiration. *N. Carol. State Col.* 1956.
- BENNET, O.L. & DOSS, B.D. Effects of soil moisture regime on yield and evapotranspiration from cool - season perennial forage species. *Agron. J.* 55(3): 275-278. 1963.
- BERNSTEIN, L. & PEARSON, G.A. Influence of integrated moisture stress achieved by varying the osmotic pressure of culture solutions on growth of tomato and pepper plants. *Soil Sci.* 77(5): 355-368. 1954.
- BLAIR, G.Y., RICHARDS, L.A. & CAMPBELL, R.B. The rate of elongation of sunflower plants and the freezing point of soil moisture in relation to permanent wilt. *Soil Sci.* 70(6): 431-439. 1950.

COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental Design. 2nd ed.
New York, John Wiley, 1957. 611p.

COMISSÃO DE SCLCS DO C.N.E.P.A. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas, 1960. 634p.

CRIDDLE, W.D. [and others]. Methods for evaluating irrigation systems. Washington, U.S. Dept. Agric. 24p. 1956.

CURRY, A.S. Irrigation experiments with the early grano onion. Bull. New Mex. agric. Exp. Stn. 245, 39p. 1937.

————— Effect of irrigation practices on the growth and yield of White Grano onions. Bull. New Mex. agric. Exp. Stn 281, 34p. 1941.

DENMEAD, O.T. & SHAW, R.H. Availability of soil water to plants as affected by moisture content and meteorological conditions. Agron. J. 54(5): 385-390. 1962.

DIAS, M.S. Instruções para a cultura de cebola pelo processo de bulbinho, parte I: produção do bulbinho. Piracicaba, Instituto de Genética, 8p. 1963.

————— Instruções para a cultura de cebola pelo processo de bulbinho, parte II: plantação do bulbinho. Piracicaba, Instituto de Genética, 7p. 1966.

DONEEN, L.D. & MACGILLIVRAY, J.H. Germination (emergence) of vegetable seed as affected by different soil moisture conditions. Pl. Physiol. 18: 524-529. 1943.

- DRINKWATER, W.O. & JAMES, B.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.
- ERWIN, A.T. & HABER, E.S. Irrigation for vegetable crops in Iowa. Bul. Ia agric. Exp. Stn 308, 39p. 1934.
- FUEHRING, A.D. [and others]. Effect of soil moisture depletion on crop yield and stomatal infiltration. Agron. J. 58(2): 195-198. 1966.
- GOCDE, J.E. Soil moisture relationships in fruit plantations. Ann. appl. Biol. 44(3): 525-530. 1956.
- HAGAN, R.M. Factors affecting soil moisture-plant growth relations. Int. hort. Congr. 14th. Wageningen, 1955, Rap.: 82-102.
- [and others]. Relationships of soil moisture stress to different aspects of growth in Ladino Clover. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 21(4): 360-365. 1957.
- HENDRICKSON, A.H. & VEIHMEYER, F.J. Readily available soil moisture and sizes of fruits. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 40: 13-18. 1942.
- HUNTER, A.S. & KELLEY, O.J. The growth and rubber content of Guayule as affected by variation in soil moisture stress. J. Am. Soc. Agron. 38: 118-134. 1946.
- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. Agron. J. 55(1): 31-35. 1963.
- MACGILLIVRAY, J.H. & DONEEN, L.D. Irrigation studies with truck crops. Calif. Agric. Exp. Stn Truck Crops 40. 1947.

- MITCHELL, K.J. & KERR, J.R. Differences in rate of use of soil moisture by stands of perennial Ryegrass and White Clover. Agron. J. 58(1): 5-8. 1966.
- MORETTI FILHO, J. Cálculo da umidade do solo para os projetos de irrigação. Bol. Tec. cient. E.S.A. "Luiz de Queiroz" 8, 10p. 1962.
- Caracterização da seca agrônômica na zona canavieira do Estado de São Paulo como base para estudos de irrigação. Tese de concurso para Prof. Catedrático apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" da U.S.P. 158p. 1965.
- NAVARRO, L.C., MONTALVO, S.R. & VELASCO, L.J. Efectos de varios niveles de humedad aprovechable del suelo sobre el algodonoero. An. cient. (La Molina) 1(3): 221-245. 1963.
- PENMAN, H.L. Vegetation and hydrology. Tech. Comun. Commonw. Bur. Soils 53, 124p. 1962.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 2ª ed. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., 1963. 384p.
- RANZANI, G., FREIRE, C. & KINJO, T. Carta de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, 85p. 1966.
- RICHARDS, L.A. The usefulness of capillary potencial to soil moisture and plant investigators. J. agr. Res. 37: 719-742. 1928.

- _____ & 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.
- SALTER, P.J. The effects of different water - regimes on the growth of plants under glass. J. hort. Sci. 29(4): 258-268. 1954.
- SHANKS, J.B. & LAURIE, A. Rose root studies: some effects of soil moisture content. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 54: 473-476. 1949.
- SIMAO, S. Influência da época e da voda sôbre o rendimento da cebola. Clericultura 1: 16-22. 1961.
- SINGH, R. & ALDERFER, R.B. Effects of soil moisture at different periods of growth of some vegetable crops. Soil Sci. 1(1): 69-80. 1966.
- STANHILL, G. The effect of differences in soil moisture status on plant growth: a review and analysis of soil moisture regime experiments. Soil Sci. 84(3): 205-214. 1957.
- TORRES, C.B. A influência do fotoperíodo na formação do bulbo nas variedades riograndenses de cebola (Allium cepa L.). Agros (Pelotas) 4: 219-234. 1951.
- UPCHURCH, R.P., PETERSON, M.L. & HAGAN, R.M. Effect of soil moisture content on the rate of photosynthesis and respiration in Ladino Clover. Pl. Physiol. 30(4): 297-303. 1955.

VEIHMEYER, F.J. Some factors affecting the irrigation requirements of deciduous orchards. Hilgardia 2: 125-191. 1927.

———— Soil moisture and its availability to plants. Davis, Univ. of California, 95p. 1955.

———— & HOLLAND, A.H. Irrigation and cultivation of lettuce: Monterey Bay Region experiments. Bull. Calif. agric. Exp. Stn 711, 51p. 1949.