

JOSÉ ANTÔNIO ALVES DIAS

**CONSUMO DE ÁGUA DO GIRASSOL CULTIVADO EM
EVAPOTRANSPIRÔMETRO DE LENÇOL FREÁTICO CONSTANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Dr. ELI FERREIRA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e
Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Dias, José Antônio Alves

Consumo de água do girassol cultivado em evapo-
transpirômetro de lençol freático constante / José
Antônio Alves Dias. -- Lavras : UFLA, 1995.
65 p. : il.

Orientador: Eli Ferreira
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Girassol - Água - consumo. 2. Evapotranspiração.
3. Evapotranspirômetro. 4. Irrigação. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

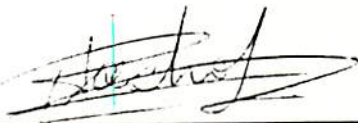
CDD-633.85

JOSÉ ANTÔNIO ALVES DIAS

**CONSUMO DE ÁGUA DO GIRASSOL CULTIVADO EM
EVAPOTRANSPIRÔMETRO DE LENÇOL FREÁTICO CONSTANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 31 de agosto de 1995



Prof. M.S. Pedro Castro Neto

(Co-orientador)



Prof. Dr. Geraldo Magela Pereira



Prof. Dr. Eli Ferreira

(Orientador)

A DEUS,

pela oportunidade de viver,

AGRADEÇO.

Aos meus pais **Ranulfo e Josefina (Ita)**

À minha esposa **Maria de Fátima**

Ao meu filho **Thiago**

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Eli Ferreira e Pedro Castro Neto pela orientação à realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia pelas sugestões feitas e, principalmente, pela amizade.

À Maria Regina Ungaro, pesquisadora do IAC, pelas contribuições na área agrônômica da cultura do girassol.

Aos colegas de curso de pós-graduação pela amizade, apoio e sugestões recebidos durante o decorrer do Mestrado, em especial ao João Carlos Guimarães, José Aparecido de Oliveira Leite, Osvaldo José de Oliveira e Tadayuki Yanagi Júnior.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para o desenvolvimento da pesquisa.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Engenharia, pela acolhida e ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que, de alguma maneira, contribuíram para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

José Antônio Alves Dias, é filho de Ranulfo Alves Dias e Josefina Goulart (D. Ita), tendo nascido aos 15 de março de 1959 em Caconde-SP.

Cursou o 1º grau no Grupo Escolar Coronel José Martins e Colégio Estadual Prof. Salatiel de Almeida, na cidade de Muzambinho-MG.

Em Muzambinho-MG, formou-se Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Muzambinho, em dezembro de 1977.

Em março de 1978, iniciou o curso de graduação na Escola Superior de Agricultura de Lavras, diplomando-se em Engenharia Agrícola em dezembro de 1982.

Trabalhou sete anos na Empresa Asbrasil Cerrado Irrigação Ltda. em Rio Verde-GO; atualmente é sócio-gerente da Empresa IRRIPAG-Comércio e Engenharia de Irrigação Ltda. em Lavras-MG.

Iniciou o curso de mestrado em Engenharia Agrícola, com concentração em Irrigação e Drenagem em março de 1993, na então Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), hoje Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras-MG.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	viii
RESUMO.....	x
“SUMMARY”.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3 MATERIAL E MÉTODO.....	17
3.1 MATERIAL	
3.1.1 Local.....	17
3.1.2 Dados Meteorológicos.....	20
3.1.3 Cultura.....	22
3.1.4 Irrigação.....	23
3.1.5. Evapotranspirômetros.....	24
3.2 MÉTODO.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5 CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	51

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Características dos principais óleos vegetais consumidos no Brasil.....	02
2	Rendimento (kg/ha) da variedade IAC-Anhandy no Ensaio Nacional de Girassol, obtido em 11 localidades, com semeadura de primeira época (outubro, novembro, dezembro), realizado em 1981.....	08
3	Resultados da análise textural do solo dos evapotranspirômetros (Laboratório de Física do Solo - UFLA).....	25
4	Lâmina de água evaporada nos evapotranspirômetros, com solo nu antes do plantio - (mm/dia) - bordadura com solo arado.....	26
5	Lâmina de água evaporada nos evapotranspirômetros, com solo nu antes do plantio - (mm/dia) bordadura gramada.....	27
6	Relação entre evaporação média dos evapotranspirômetros com bordadura com solo arado e gramado.....	28
7	Valores de umidade do solo (base volume) a várias tensões (atm), conforme resultados do Laboratório de Física do Solo - UFLA.....	30
8	Dados observados durante o ciclo da cultura de girassol.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1	Planta baixa e de corte da bateria de evapotranspirômetros.....18
2	Vista da localização da Estação Climatológica Principal de Lavras em relação às baterias de evapotranspirômetros.....19
3	Histograma dos dados de chuva durante o ciclo da cultura de girassol (I, II, III, IV e V: estádios de desenvolvimento).....21
4	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 1 "Bateria 1" - (Girassol).....31
5	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 2 "Bateria 1" (Girassol).....31
6	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 3 "Bateria 1" (Girassol).....32
7	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 4 "Bateria 1" (Girassol).....32
8	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 5 "Bateria 1" (Girassol).....33
9	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 6 "Bateria 1" (Girassol).....33
10	Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm, com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 3 "Bateria 2" (Grama).....34
11	Tensão da água no solo dos evapotranspirômetros durante o ciclo do girassol.....44

LISTA DE SÍMBOLOS

a	$0,29 \cdot \cos\phi$ (ϕ = latitude);
b	constante = 0,52;
D.P	densidade de partículas;
D.S	densidade aparente;
E	emergência;
ECA	evaporação do tanque classe A;
es	pressão de saturação de vapor d'água no ar;
ET	evapotranspiração;
ETc	evapotranspiração de cultura;
ETCA	evapotranspiração do tanque classe A;
ETPCA	evapotranspiração potencial estimada pelo método do tanque classe A;
ETM	evapotranspiração potencial estimada pelo método de MAKKINK;
ETm	evapotranspiração máxima;
ETo	evapotranspiração de referência;
ETp	evapotranspiração potencial;
ETr	evapotranspiração real;
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations;
FF	final do florescimento;
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas;
IF	início de florescimento;
Kc	coeficiente de Cultura;
Kp	coeficiente do tanque classe A;
K ₂ O	óxido de potássio;
E ₁	evapotranspirômetro situado na posição 1 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;
E ₂	evapotranspirômetro situado na posição 2 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;

E ₃	evapotranspirômetro situado na posição 3 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;
E ₄	evapotranspirômetro situado na posição 4 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;
E ₅	evapotranspirômetro situado na posição 5 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;
E ₆	evapotranspirômetro situado na posição 6 de acordo com Figura 1, cultivado com girassol;
E ₃ *	evapotranspirômetro situado na posição 3 de acordo com Figura 1, cultivado com grama;
MACRO	macro poros;
MICRO	micro poros;
MF	maturação fisiológica;
N	nitrogênio;
N	número de horas possíveis de insolação em um dia;
n	número de horas reais de insolação (h);
P ₂ O ₅	óxido de fósforo;
R _s	radiação solar global (mm/dia);
R _t	radiação solar na ausência da atmosfera;
S	semeadura;
T _a	temperatura média do ar no dia;
UFLA	Universidade Federal de Lavras;
VTP	volume total de poros;
V ₁ e V ₂	velocidade do vento na altura 1 e 2 respectivamente;
Z ₁ e Z ₂	altura de instalação do medidor de velocidade do vento;
W	determinado através da equação $W = \Delta \div (\Delta + \gamma)$;
Δ	tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água;
γ	constante psicrométrica.

RESUMO

DIAS, José Antônio Alves. **Consumo de água do girassol cultivado em evapotranspirômetros de lençol freático constante**. Lavras: UFLA, 1995. 65 p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem)*.

Objetivando determinar o consumo de água para a cultura do girassol (IAC - Anhandy), conduziu-se um experimento de campo, em evapotranspirômetros de lençol freático constante, constituído de 6 evapotranspirômetros. Os evapotranspirômetros estavam localizados no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, setor de Bioclimatologia.

O semeio do girassol foi realizado dia 22/10/94 e colheita dia 25/01/95, perfazendo um ciclo de 95 dias. O ciclo foi dividido em cinco estádios de desenvolvimento, sendo: S - 10E; 10E - 40E; 40E - IF; IF - FF e FF - MF; apresentando um consumo médio por estádio de 5,29; 4,99; 4,73; 5,73 e 6,79 mm/dia respectivamente.

O girassol (IAC - Anhandy) apresentou um consumo médio de 5,4 mm/dia em todo o ciclo, representando um consumo total de 508,8 mm. Para o mesmo período a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink apresentou como média diária 3,6 mm e em todo o ciclo do girassol 337,6 mm.

As leituras nas colunas de alimentação e/ou colunas de drenagem, foram feitas diariamente das 7 às 7:30 hs.

Determinou-se a evapotranspiração de referência pelos métodos de MAKKINK (ETM) e TANQUE CLASSE A (ETPCA) durante todo o ciclo. Sendo que a ETM apresentou menores valores do que ETPCA durante todo o ciclo.

*Orientador: Eli Ferreira; Co-orientador: Pedro Castro Neto

Membros da Banca: Eli Ferreira, Pedro Castro Neto e Geraldo Magela Pereira.

“SUMMARY”

WATER CONSUMPTION BY SUNFLOWER CULTIVATED IN LYSIMETERS WITH CONSTANT WATER TABLE.

This work was carried out to measure water consumption by sunflower plants (IAC - Anhandy) during its whole growing season, in six lysimeters with constant water table, located at the Department of Biology, of University Federal de Lavras - UFLA.

The sunflower seeds were sown at October 22nd, 1994, and harvested at January 25th, 1995, with a growing season 95 days long. The season was divided in five different stages of growth, being S - 10E, 10E - 40E, 40E - IF, IF - FF and FF - MF; presenting a water consumption at each stage of 5,29; 4,99; 4,73; 5,73 and 6,79 mm/days, respectively.

The sunflower presented an average water consumption of 5,4 mm/day during its whole season, representing a total consumption of 508,8 mm. For the same period, the evapotranspiration potential estimated by Makkink method was 3,6 mm/day and 337,6 mm for the whole period.

The measurements at water supplying columns and/or at the drainage columns of lysimeters were done from 7 to 7:30 a.m., daily.

The reference evapotranspiration was determined during the whole season by Makkink method and by a Class A evaporation tank, presenting the former method smaller values than those estimated by the tank for the whole season.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta nativa das grandes áreas planas do Noroeste da América, entre o norte do México e o Estado de Nebraska. Até antes de 1830, na Europa, o girassol foi usado como planta ornamental, sendo que somente nesse ano, na Rússia, passou a ser utilizado como planta produtora de óleo. O seu destaque maior se deu após a II Guerra Mundial, em função de suas incontestáveis vantagens econômicas: capacidade de fornecer altas produções de óleo, na razão favorável de 3:2 entre óleo e farinha, facilidade de extração técnica e alta qualidade do óleo, o qual contém 85 a 91 % de ácidos graxos insaturados, alcançando com o ácido linoléico cerca de 72 % (Ungaro, 1978).

A cultura do girassol se desenvolve bem no Brasil, como não se tem uma área expressiva de plantio, este não é citado nos Anuários Estatísticos (Instituto..., 1987).

O girassol é cultivado em nível mundial em uma área de 10.000.000 ha, sendo assim distribuído pelos continentes: Europa: 66 %; América do Sul: 15 %; Ásia: 5 %; Austrália: 4 % e África 3 %. A produção média mundial situa-se entre 1.100 a 1.800 kg/ha, sendo a Rússia, Argentina e Comunidade Européia os principais países produtores. Em se tratando de Brasil, a área plantada chega a 35.000 ha, com produção média de 1.300 kg/ha, sendo as regiões Norte e Oeste

do Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul as principais regiões produtoras. (Instituto..., 1987)

Na safra 92/93, foram colhido mundialmente 21 milhões de toneladas de girassol ⁽¹⁾.

A importância do girassol é devido às várias utilizações de suas sementes. O óleo de girassol tem sido indicado pelos médicos na dieta de pessoas que apresentam problemas de colesterol. As sementes são moídas e transformadas em farinhas que são utilizadas em pastelarias e na alimentação infantil nos EUA. Na Argentina já se produz uma farinha de girassol com 40 % de proteína, utilizada na alimentação humana (Moura, 1981).

Na tabela 1 são apresentadas as características dos principais óleos vegetais em relação ao óleo de girassol.

TABELA 1 Características dos principais óleos vegetais consumidos no Brasil:

ÓLEO VEGETAL	TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS (%)		
	SATURADOS	OLÉICO	POLI-INSATURADOS
algodão	25	25	48
soja	11	24	61
milho	12	46	42
girassol	10	24	66
oliva	12	80	07

Fonte: Informe Agropecuário (1981).

⁽¹⁾ Informação pessoal de Maria Regina Ungaro - IAC - Campinas - SP

Ungaro (1978) apresenta as utilizações do girassol:

- a) óleo comestível;
- b) torta com cerca de 36,3 % de proteína;
- c) gordura hidrogenada, sabão e óleo sicativo (cicatrizante);
- d) o óleo contém fosfatídios, usados em confeitos, margarina, cozimentos, assados, e também na produção de lecitina (substâncias fosforadas, abundantes nas gemas do ovo, no cérebro e nos nervos);
- e) 01 tonelada de casca = 50 kg de fufural (aldeído, aparece em óleos quando é muito re-utilizado), 72 kg de forragem fermentada e 280 kg de lignina (substância que impregna os elementos do caule e lhe dá a sua dureza);
- f) proteína altamente digestível (90%), com alto valor biológico (80%);
- g) 01 tonelada de casca = 82 litros de álcool etílico;
- h) pasta de sementes: barras de doces, pão de girassol;
- i) ramos são utilizados na fabricação de forração acústica, 60% mais leve que a usual, com melhor absorção do som e maior resistência;
- j) alimentação de pássaros;
- l) produção de mel - 20 a 40 kg/ha

A utilização do óleo de girassol, para acionamento de motores a explosão, tem sido experimentada com grandes sucessos em alguns países como Zimbabwe e África do Sul. Este pode ser utilizado por um período ininterrupto de

100 h, proporcionando um funcionamento eficiente, sem que se observem efeitos adversos significativos. A produção de 600 litros de óleo de girassol/ha exige um consumo médio de apenas 60 litros de óleo combustível (Bruwer et al., 1980).

Em Goiás, na safra 93/94, plantaram-se aproximadamente 20.000 ha, isto se devendo à instalação de uma indústria de óleo no Estado e à possibilidade de uma cultura a mais após a soja ou milho.

A escolha da cultura de girassol para o estudo foi em função da demanda da informação para áreas de plantio comercial na região de Mato Grosso e Goiás. Em Goiás tem-se observado um grande crescimento. A região de Lavras - MG é apta ao cultivo de girassol, propiciando com isto condições para implantação do experimento.

O experimento teve por objetivo determinar o consumo de água do girassol, cultivado em evapotranspirômetros de lençol freático constante, sem restrição de água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do girassol exige solos férteis, profundos e com boa drenagem. Não se desenvolve a contento em terrenos muito arenosos e nos solos mal drenados. O girassol é tido como uma cultura tolerante à seca, mas o déficit de água nas fases de formação da inflorescência, até o início do florescimento e o período do fim do florescimento a 10 - 15 dias antes da maturação completa, proporciona um acentuado decréscimo na produção de óleo por hectare e aumento na produção de sementes chochas.(Ungaro, 1978).

É uma planta anual, da família das compostas, subfamília das Tubulifloras e do gênero *Helianthus*. Possui caule robusto, ereto, provido ou não de pêlos, com altura variando de 0,50 a 4,00 m, diâmetro de 1,5 a 9,0 cm. As folhas são cordiformes, pecioladas e alternadas no caule cilíndrico, sendo que o tamanho de ambos é variado, de acordo com a cultivar. As flores do girassol, reunidas em inflorescência característica, são chamadas de capítulo. O receptáculo floral que contém o capítulo é terminado em brácteas de cor verde-escuro, de pontas agudas na forma de pappus, espinhoso quando maduro. O receptáculo pode ser côncavo, convexo ou plano. A sua raiz principal é pivotante, chegando a alcançar mais de 1,0 m de profundidade e muitas radículas secundárias em forma de extensa cabeleira, atingindo até 50 cm de diâmetro, o que permite à planta

suportar melhor períodos de secas, conferindo também maior resistência ao tombamento.

É uma planta termófila, requerendo para a sua germinação temperaturas acima de 5 °C; a soma das temperaturas médias para a germinação completa é de 110 - 125 °C. Temperaturas baixas na fase de floração produzem aborto de flores, diminuindo a produção (Ungaro, 1978).

Não havendo restrição de água, o girassol pode tolerar temperaturas acima de 40 °C. Temperaturas altas diminuem o período de desenvolvimento em até um mês e o óleo das sementes em 5%, provocando ainda desuniformidade na cultura. Antes da emergência das plantas, a temperatura média diária deve ser maior que 5 °C; durante o crescimento deve variar de 15 a 30 °C e durante o florescimento até a colheita de 20 a 30 °C. (Silva, 1981). A temperatura ideal para o seu completo desenvolvimento está entre 18 a 24 °C (Ungaro, 1981), tendo como temperatura ótima 21,5 °C (Smirnova, 1958).

Segundo Kakida (1981), o girassol necessita, para completar o seu desenvolvimento em condições favoráveis, de 1.150 a 2.900 °C, variando conforme as regiões em que é plantado.

Robinson et al. (1967), determinaram a temperatura-base do girassol de 7,2 °C para as fases plantio à emergência, emergência à floração e plantio à floração.

De toda água absorvida pela planta durante o seu ciclo vegetativo, mais da metade (em torno de 60 %) é absorvida no período que decorre entre a formação do capítulo e início da floração. Almeida (1970) verificou que até a

formação do capítulo a planta absorve apenas 22,4 % do total da água e os restantes 17,6 % da floração à colheita.

O girassol é tido como uma planta resistente à seca. É uma planta que tem alto “coeficiente de transpiração”, mas não se percebe facilmente o murchamento. (Silva, 1990)

Segundo Bolson (1979), a maioria das oleaginosas possui limitações quanto ao clima, já o girassol é extremamente adaptável, desenvolvendo-se bem nos climas temperado, subtropical e tropical.

A formação da inflorescência não é especificamente dependente do fotoperíodo, mas há um mínimo de exigência de crescimento vegetativo (formação de 12 a 14 pares de folhas) antes da formação do botão floral.

O nitrogênio é utilizado intensivamente no período de formação do capítulo e no florescimento, sendo que o girassol tem capacidade de estocar grande quantidade desse elemento nas folhas e hastes, assegurando, dessa forma, uma nutrição rítmica (Ungaro, 1978).

Existem atualmente para venda no comércio as sementes híbridas e de cultivares, sendo que cada uma contém características próprias, como: tamanho, teor de óleo, coloração sendo desde pretas e brancas até listradas de preto e branco e vice-versa. Assim, de um modo geral, são encontradas as variedades ou cultivares: Cordobez, Estanzuela 75, IAC- Anhandy, Uruguai, Issanka e os Híbridos: Contisol 771, 621, C-22 da Cargil, DK 180 da Braskalb, Agrocere, etc.(Silva, 1990).

Ungaro (1986), estudando a variedade IAC - Anhandy, obteve o seguinte resultado: ciclo 100 a 105 dias; altura 1,4 a 1,6 m; rendimento 2.400 kg/ha; óleo 45 %.

A variedade IAC-Anhandy foi cultivada em várias cidades de alguns Estados Brasileiros, sendo obtido o resultado apresentado na tabela 2.

TABELA 2 Rendimento (kg/ha) da variedade IAC-Anhandy do Ensaio Nacional de Girassol, obtido em 11 localidades, com semeadura de primeira época (outubro, novembro, dezembro), realizada em 1981.

LOCALIDADE	PRODUÇÃO kg/ha	LOCALIDADE	PRODUÇÃO kg/ha
Guaíba - RS	618	Londrina - PR	1.902
Ijuí - RS	1.486	Campinas - SP	724
Santo Augusto - RS	1.573	Janaúba - MG	3.592
Pelotas - RS	1.989	Uberaba - MG	737
Chapecó - SC	2.365	Cruz Alta - RS	1.454
Campos Novos - SC	2.247		

Fonte: Silva (1990)

A população ótima de plantas por unidade de área varia de acordo com o porte, vigor e precocidade da variedade ou híbrido escolhido. De modo geral, é considerado como uma população ideal por ocasião da colheita, variando na faixa de 30 a 60 mil plantas/ha. O espaçamento entre as fileiras varia de 50 a 80 cm com, aproximadamente quatro a cinco plantas por metro quadrado (Gonçalves , 1981).

O conhecimento do consumo de água pelas plantas (evapotranspiração) é fundamental para se calcular a quantidade de água requerida para irrigação, sendo também útil o conhecimento do consumo de água nas diversas fases de desenvolvimento das plantas cultivadas, pois, assim ter-se-á condições de administrar a irrigação de acordo com a exigência da cultura. Mesmo na cultura não irrigada, o conhecimento da evapotranspiração permite ajustamento de épocas de semeadura, dentro da estação de crescimento, em função da disponibilidade hídrica média da região considerada, determinando maior eficiência no aproveitamento das precipitações.

A taxa de evaporação da água do solo nu pode ocorrer em dois estágios. Com o solo úmido, a taxa de evaporação é controlada pelas condições externas; o tempo de duração deste estágio está condicionado pela taxa de evaporação, profundidade do solo e pelas suas propriedades físico-hídricas. No segundo estágio, a superfície do solo resseca-se e a evaporação ocorre dentro do solo. O vapor d'água chega à superfície por difusão molecular e diminui à medida que aumenta o ressecamento. As variáveis do solo começam a influenciar na taxa de evaporação, sendo a condutividade hidráulica a principal delas. A partir deste momento a evaporação passa a ser menor do que aquela que ocorreria sob determinadas condições meteorológicas e suprimento ilimitado de água. É o processo de secagem do solo.

Quando um solo reúne as seguintes características: "superfície totalmente coberta por uma vegetação rasteira e uniforme e em fase de crescimento ativo" e "teor de água próximo à capacidade de campo", a

evapotranspiração (ET) é denominada como potencial (ETp). Definindo uma vegetação rasteira em fase de crescimento ativo por uma cultura específica, como, por exemplo, grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge.), a ETp é conhecida como evapotranspiração de referência (ETo). Quando se tem uma cultura qualquer, em condição potencial, isto é, condição ótima de umidade e nutrientes no solo, permitindo a produção máxima dessa cultura em condição de campo, a ET é definida como evapotranspiração da cultura (ETc).

No ciclo da água na natureza, as transferências para a atmosfera, que se realizam diretamente através da evaporação da água e da transpiração em tecidos biologicamente ativos, são as de maior importância para a agricultura como um todo e são estudadas conjuntamente, recebendo a denominação de evapotranspiração. O termo evapotranspiração foi introduzido na literatura por Thornthwaite (1948), que definiu como ETp a perda máxima de água de uma superfície de solo úmido, completamente revestida por vegetação em fase de desenvolvimento ativo e com dimensões suficientemente grandes de modo a minimizar os efeitos de oásis. Para o mesmo autor, quando qualquer uma destas condições não forem atendidas, tem-se a evapotranspiração real (ETr).

Com o objetivo de aperfeiçoar os conceitos vistos anteriormente, vários autores propuseram modificações e ajustes. Penman (1956), define ETp como sendo “o processo de transferência de água para a atmosfera na unidade de tempo, de uma superfície totalmente coberta por vegetação verde, de porte baixo, em pleno desenvolvimento vegetativo e sem restrição de água no solo”. Doorenbos e Pruitt (1977), acrescentaram à definição de Penman (1956), que a

cobertura vegetal deve ser de gramínea, com 8 a 15 cm de altura, e a denominam ET_o . Para a FAO (1979), se a cobertura vegetal for uma cultura de interesse agrônômico qualquer, a perda de água por evapotranspiração define-se como evapotranspiração máxima (ET_m), desde que não haja restrição de nenhuma ordem ao desenvolvimento normal. Ometto (1981) define ET_p como sendo a "máxima perda hipotética que poderia uma cultura qualquer sofrer em água", o que difere significativamente do conceito de Thornthwaite (1948).

Quando a disponibilidade de água é total para um solo, a ET_p é apenas uma função das condições meteorológicas, tais como a evaporação de superfície livre de água e do tipo de vegetação. O controle exercido pela vegetação seria através de sua estrutura, afetando o albedo (poder refletor de uma superfície), a rugosidade aerodinâmica, a cobertura do solo, bem como o sistema radicular.

Quando a cobertura do solo é completa, a ET_p é determinada principalmente pelos elementos meteorológicos e não é afetada pela espécie de planta (Penman, citado por Chang 1968).

Entretanto, se o "controle" exercido pela vegetação, especialmente em culturas agrícolas, nas condições estabelecidas para ET_p , não é tão significativo, então a ET_p passa a ser função exclusiva das condições meteorológicas. Destas condições, a radiação solar é, sem dúvida, a mais importante. Seguem-se-lhe a temperatura, o vento e a umidade do ar (Berlato, 1981).

Segundo Goldberg (1966), o coeficiente de cultura (K_c) pode variar com o método de irrigação; por exemplo, o K_c é maior quando se usa irrigação por gotejamento, pois neste método, a maioria das vezes o solo se mantém com

altos teores de água. Ainda, segundo o mesmo autor, ventos fortes e baixa umidade relativa do ar contribuem para aumentar os valores de K_c . Este ainda afirma que “uso consuntivo” é a quantidade de água necessária à evapotranspiração dos vegetais mais a parte retida pelo tecido vegetal durante a fase vegetativa.

A ET_c medida em um determinado local é função das condições meteorológicas ocorridas durante o desenvolvimento das plantas. As características do crescimento e desenvolvimento das plantas, que são associadas ao tipo de solo, fertilidade do solo, época de semeadura, híbrido ou cultivar utilizado e práticas culturais, também exercem influência sobre o consumo de água. No entanto, os fatores preponderantes são aqueles relacionados com a demanda evaporativa da atmosfera. O consumo de água, portanto, determinado em condições específicas de um determinado local, ano e época de semeadura, não pode ser extrapolado para outras condições em valores absolutos. Para que se tenha condições de estimar a necessidade hídrica de uma cultura em uma condição específica, é necessário determinar coeficientes, denominados geralmente coeficientes de cultura (K_c), através da relação entre a ET medida em campo com alguns elementos meteorológicos ou fórmulas de estimativa de evaporação ou evapotranspiração (Matzenauer, 1992).

Para culturas anuais, o K_c depende da porcentagem de solo coberto pela cultura e aumenta, desde a emergência até a cobertura total do solo, decrescendo, após, até a maturação e colheita.

Para o conhecimento da quantidade de água consumida por uma cultura, e, conseqüentemente, determinar os coeficientes relacionados com métodos de estimativa, necessita-se de instrumentos, sendo alguns deles os evapotranspirômetros.

Evapotranspirômetros são tanques enterrados preenchidos com solo até a superfície do terreno, e cultivado com a mesma cultura da bordadura, nos quais se mede por vários processos, a água evapotranspirada pela cultura. Mede a ET_m para a cultura ou a ET_o para a grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) , quando não há restrições de água, (Aboukhaled et al., 1982). Os mesmos autores descrevem vários tipos de evapotranspirômetros e suas aplicações, classificando-os de acordo com o mecanismo de funcionamento e relatam que os evapotranspirômetros de drenagem têm precisão na obtenção de dados de evapotranspiração, em períodos iguais ou superiores a sete dias. Para obtenção de dados diários torna-se necessária a utilização de evapotranspirômetros de pesagem, porém estes apresentam custos superiores ao evapotranspirômetro de drenagem.

Bernardo (1989) classificou os evapotranspirômetros em pesáveis e não pesáveis. Entre os evapotranspirômetros não pesáveis, Assis e Villa Nova (1980), desenvolveram um evapotranspirômetro de lençol constante, o qual se aplica melhor à determinação de ET_m porque o solo estará a todo tempo sob condições ótimas de umidade, sem comprometimento da aeração, como ocorre nos evapotranspirômetros convencionais.

Segundo Newman, citado por Chang (1968), a evapotranspiração (ET) é aproximadamente 0,75 da evaporação de uma superfície de água livre. Para Doorenbos e Pruitt (1977), a relação entre a ETp e a evaporação do Tanque Classe A (ECA) é mais complexa e o coeficiente, que multiplica a ECA, depende da umidade relativa e velocidade do vento, visto que as plantas possuem mecanismos que diminuem a transpiração, em condições de umidade relativa baixa e ventos com grandes velocidades.

Scardua (1970) encontrou coeficiente de proporcionalidade entre a ETc de milho e a evapotranspiração tanque classe A (ETCA), variável com o regime de umidade do solo e o estágio de desenvolvimento da cultura.

Vários métodos de determinação da evapotranspiração, adotados em diversas partes do mundo, sofreram uma revisão por Burman et al. (1983). Estes autores classificaram os métodos em dois grandes grupos: método onde a ETp pode ser determinada a partir de medidas diretas (são enquadrados neste grupo os evapotranspirômetros, potômetros, balanço hídrico, controle de umidade de solo) ou medidas indiretas ou de estimativas (utilizam-se de dados climáticos). Neste último se mede a evaporação (evaporímetros) ou se avalia a ETo (fórmulas empíricas e racionais), correlacionando-as com a ETc através dos coeficientes de proporcionalidade: coeficiente do tanque classe A (Kp) e coeficiente de cultura (Kc).

De acordo com Van Bavel (1961), Ritchie (1973) e Villa Nova (1973), entre os métodos de determinação da evapotranspiração, o método dos evapotranspirômetros é o mais preciso, pois permite estimativas da

evapotranspiração desde intervalos horários até mensais em função do tipo de evapotranspirômetro empregado.

Gangopadhyaya et al. (1966), descrevendo a utilização e desempenho dos evapotranspirômetros, afirmam que estes instrumentos estão sujeitos a limitações que ocorrem devido a si próprios e a sua localização. Em relação a ele mesmo é importante considerar os seguintes aspectos:

- dimensões: têm que ser suficientemente representativas em áreas e em profundidade;
- alterações das condições de temperatura e umidade no seu interior em relação à área circundante;
- alterações devido as bordas, aumentando a turbulência, sendo este efeito mascarado pelo crescimento da vegetação;
- alterações devido a espessura das paredes, que em função disto absorvem mais ou menos energia do exterior;
- alterações do solo quando do enchimento, alterando as características de retenção de umidade e de fluxo de calor;
- influência pela cobertura vegetal que não é representativa de toda a área ocasionando efeitos térmicos e de turbulência;
- outras limitações : o escoamento superficial no interior do evapotranspirômetro não é representativo das condições circundantes, porque não há movimentação lateral de água.

Gonart, Goldberg e Sadan (1971), medindo a evapotranspiração de uma cultura de beterraba e correlacionando a mesma com a evaporação do tanque

classe A, em períodos de 4 a 6 horas, durante seis meses, verificaram que a relação entre elas variou durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para os mesmos autores, esta variação mostrou-se independente do desenvolvimento das plantas e da cobertura do solo, dependendo, todavia, das condições de evaporação e, principalmente, do grau de umidade da camada superior do solo.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Material

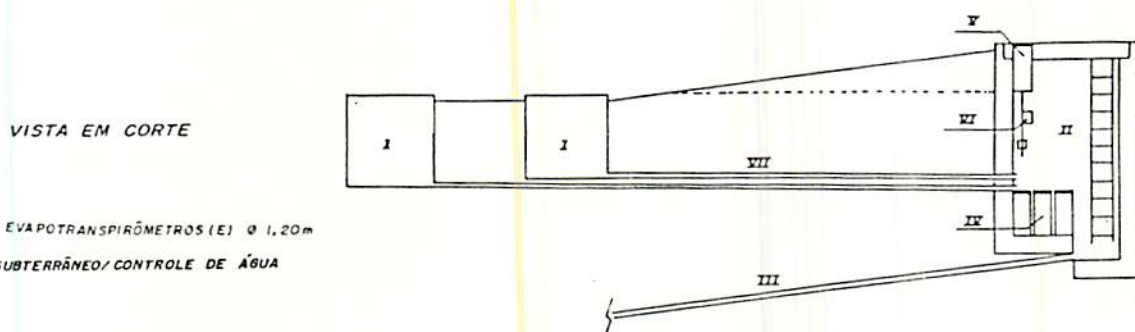
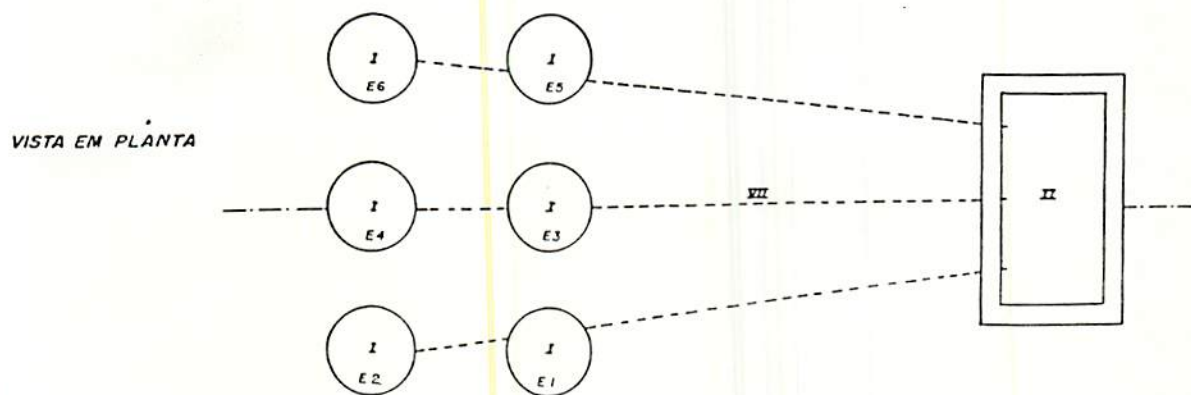
3.1.1 Local

O ensaio foi instalado na área experimental do Campus Universitário da UFLA - Universidade Federal de Lavras - MG, localizado na Região Sul do Estado de Minas Gerais, à 21° 14' de latitude Sul, 45° 00' de longitude Oeste, com uma altitude de 918 m (Ministério da Agricultura 1969).

Os evapotranspirômetros estão localizados no setor de Bioclimatologia, no Departamento de Biologia da UFLA. (Figuras 1 e 2)

Os evapotranspirômetros atendem drenagem e ou sub-irrigação, através das colunas alimentadoras de água com alturas reguláveis por bóia e sistema de coletores de excesso de água.

Para o presente trabalho usaram-se os evapotranspirômetros com sub-irrigação, que consistiu em manter o lençól de água a uma profundidade que proporcionou um fornecimento de água à cultura.



- I. TANQUES EVAPOTRANSPIRÔMETROS (E) Ø 1,20m
- II. ABRIGO SUBTERRÂNEO/CONTROLE DE ÁGUA
- III. DRENO
- IV. COLUNAS COLETORA DE ÁGUA PERCOLADA
- V. COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA
- VI. BÓIA CONTROLADORA DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO
- VII. TUBULAÇÃO ADUTORA / TANQUES-ABRIGO

FIGURA 1: Planta Baixa e de corte da bateria de evapotranspirômetros



FIGURA 2: Vista da localização da estação Climatológica Principal de Lavras em relação às baterias de evapotranspirômetros.

3.1.2 Dados Meteorológicos

Foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, situada ao lado da área experimental, conforme pode ser observado na Figura 2.

A velocidade do vento foi determinada por meio de um anemógrafo instalado a 10 metros de altura, sendo feita a correção para 2 m utilizando-se da equação 1:

$$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right)^{1/7}, \dots\dots\dots(1)$$

onde:

V_1 e V_2 expressam o módulo da velocidade do vento nas alturas de medições Z_1 e Z_2 , respectivamente. (Vianello, 1991)

Os dados do tanque classe A (umidade relativa média, insolação, temperatura média diária e precipitação) foram obtidos por meio de leituras diárias na estação climatológica principal. Os dados de chuva podem ser vistos no histograma apresentado na Figura 3.

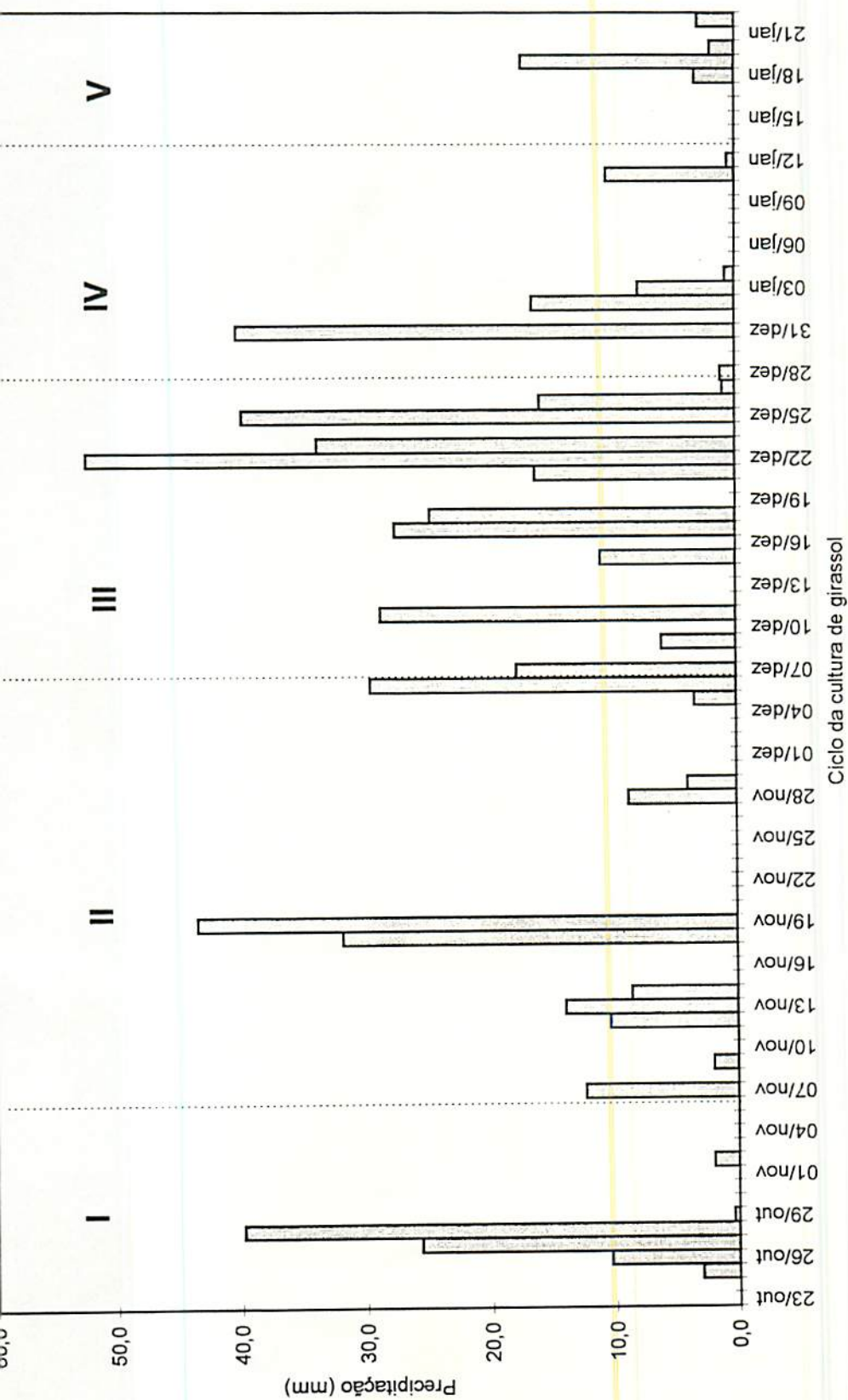


FIGURA 3 Histograma dos dados de chuva durante o ciclo da cultura de girassol.(I, II, III, IV e V : Estádios de desenvolvimento).

3.1.3 Cultura.

Utilizou-se de sementes de girassol da variedade IAC-ANHANDY, sendo realizado um teste de germinação no Laboratório de Análise de Sanidade de Sementes - UFLA, antes do plantio, apresentando os seguintes resultados:

- germinação: 86 %
- vigor (envelhecimento precoce): 48 %
- microorganismos detectados: *Alternaria alternata* (75,2 %), *Alternaria zinniae* (1,25 %), *Alternaria helianthi* (0,75 %), *Botryodiplodia sp* (1,25%), *Colletotrichum sp* (0,25%), *Aspergillus flavus* (1,25%), *Cladosporium sp* (5%), *Curvularia sp* (0,25%) e *Penicillium sp* (0,50%).

Os resultados da análise mostram que a semente necessita de um tratamento para controle da *Alternaria alternata*.

Como tratamento de semente utilizou-se do produto RHODIORUM (princípio ativo: Thiran), na dosagem de 200 g do produto por 100 kg de semente.

O preparo do solo na bordadura foi o convencional para as culturas anuais, ou seja, uma aração e duas gradagens, sendo o plantio manual. As linhas de plantio foram dispostas de tal forma que cada tanque ficou com uma linha com o comprimento de seu diâmetro.

As adubações foram de acordo com a interpretação da análise química (Instituto de Química "John H. Wheelock", Departamento de Ciência do Solo - UFLA), sendo apresentados níveis baixos de fósforo e potássio. A dosagem dos adubos utilizados seguiram a recomendação da COMISSÃO...(1989), sendo:

- adubação de plantio: 20 kg de N/ha; 70 kg de P_2O_5 /ha e 70 kg de K_2O /ha. (adubos usados: uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio)

- adubação de cobertura: 34 dias após o plantio (26/11/94), 40 kg de N/ha e 67,5 Kg de P_2O_5 /ha (adubos usados: sulfato de amônia e superfosfato simples)

O espaçamento foi de 0,83 m entre linhas e com cinco plantas germinadas por metro linear, com stand final de 60.240 plantas por hectare.

Durante todo o ciclo, a cultura foi pulverizada uma única vez com DECIS (princípio ativo: Deltametrini), na dosagem de 50 ml por 100 litros de água; com a finalidade de controlar o coleóptero chamado *Diabrotica speciosa*.

3.1.4 Irrigação.

Para que ocorresse uma uniformidade entre os tratamentos e a bordadura, esta foi irrigada por meio de tubos gotejadores, dispostos no sentido da linha de plantio com espaçamento entre emissores de 0,20 m. Os tubos gotejadores foram abastecidos por uma tubulação de aço zincado que passa ao lado da bordadura.

3.1.5 Evapotranspirômetros.

Utilizou-se de duas baterias de 6 evapotranspirômetros cada, sendo uma cultivada com girassol e outra com grama batatais. Estes consistiram de tanques de fibra de vidro, com diâmetro de 1,20 m e enterrados a uma profundidade de 1,20 m, obtendo-se área exposta de 1,13 m^2 . Cada evapotranspirômetro se encontrava ligado pelo fundo a uma trincheira, por meio de uma tubulação de PVC de 25,4 mm. Estes tubos eram comunicados com um reservatório de nível constante, controlado por bóia através de tubos flexíveis de 6,0 mm. Os reservatórios eram ainda interligados a uma coluna de alimentação de água, com graduação de 0,149 litros o que proporcionava leituras de evapotranspiração de até 0,132 mm.

Antes do semeio, removeu-se a terra de todos os 12 evapotranspirômetros (6 cultivados com girassol e 6 cultivados com grama batatais) até uma profundidade de 60 cm, sendo separada em camadas de 20 cm e retornada a sua posição anterior, procurando realizar a mesma compactação. O objetivo desta remoção foi de uniformizar as condições físicas do solo de cada evapotranspirômetro. Os resultados das análises se encontram na Tabela 3.

Antes de semear o girassol os evapotranspirômetros sofreram uma estabilização. Procedeu-se da seguinte maneira: colocou-se o reservatório para controle de nível a uma altura de lençol de 40 cm constante em todos, abasteceram-se as colunas até o nível "0", esperou-se dois dias e realizaram-se medidas de evaporação obtendo os resultados mostrados nas Tabelas 4,5 e 6.

TABELA 3 Resultados da análise textural do solo dos evapotranspirômetros (Laboratório de Física do Solo - UFLA)

RESULTADOS DAS ANÁLISES						
GIRASSOL	EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 01		EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 02		EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 03	
	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm
AREIA (%)	19,00	15,00	13,00	14,00	20,00	26,00
LIMO (%)	27,00	25,00	29,00	26,00	26,00	22,00
ARGILA (%)	54,00	60,00	58,00	60,00	54,00	52,00
V.T.P. (%)	71,55	65,83	70,62	65,61	64,62	60,40
MICRO (%)	33,94	32,79	32,16	36,19	36,26	38,10
MACRO (%)	37,61	33,04	38,46	29,42	28,36	22,30
D.P.g/cm ³	3,27	2,81	3,03	2,85	2,94	2,73
D.S.g/cm ³	0,93	0,96	0,89	0,98	1,04	1,08
GIRASSOL	EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 04		EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 05		EVAPOTRANSPIRÔ-METRO 06	
	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm
AREIA (%)	14,00	24,00	14,00	15,00	16,00	18,00
LIMO (%)	30,00	21,00	30,00	33,00	32,00	32,00
ARGILA (%)	56,00	55,00	56,00	52,00	52,00	50,00
V.T.P. (%)	67,39	60,58	67,16	64,38	63,60	59,73
MICRO (%)	37,14	41,30	38,68	37,37	40,21	48,19
MACRO (%)	30,25	19,28	28,48	27,01	23,39	11,51
D.P.g/cm ³	3,07	2,70	2,94	2,78	2,94	3,03
D. S. g/cm ³	1,00	1,06	0,96	0,99	1,07	1,22
GRAMA	EVAPOTRANSPIRÔMETRO 03					
	0 a 15 cm					
AREIA (%)	17,00					
LIMO (%)	23,00					
ARGILA (%)	60,00					
V.T.P. (%)	62,45					
MICRO (%)	44,70					
MACRO (%)	17,75					
D.P.g/cm ³	2,85					
D. S. g/cm ³	1,07					

TABELA 4 Lâmina de água evaporada nos evapotranspirômetros, com solo nu antes do plantio (mm/dia) - bordadura com solo arado.

DATA	evapotranspirômetro 01	evapotranspirômetro 02	evapotranspirômetro 03	evapotranspirômetro 04	evapotranspirômetro 05	evapotranspirômetro 06
25/set	5,00	2,22	1,67	0,56	0,00	0,00
26/set	3,05	7,22	8,89	4,44	2,22	0,83
27/set	3,33	4,44	4,44	3,61	3,33	2,50
28/set	5,55	6,10	0,56	6,10	3,89	5,83
29/set	6,94	9,72	6,10	8,05	7,22	7,78
30/set	10,55	11,10	10,00	10,00	10,55	9,44
01/out	6,94	9,17	6,67	7,50	7,22	7,78
02/out	6,94	8,61	6,39	7,22	7,50	7,50
03/out	8,05	9,72	7,22	8,05	8,05	8,61
04/out	10,55	12,77	9,72	10,55	10,27	11,10

TABELA 5 Lâmina de água evaporada nos evapotranspirômetros, com solo nu antes do plantio (mm/dia) - bordadura gramada.

DATA	evapotranspirômetro 01	evapotranspirômetro 02	evapotranspirômetro 03	evapotranspirômetro 04	evapotranspirômetro 05	evapotranspirômetro 06
25/set	2,22	1,39	2,78	2,78	0,00	*
26/set	1,94	6,10	2,22	5,55	2,78	*
27/set	1,39	3,61	2,50	3,33	3,61	*
28/set	2,22	5,83	3,61	5,00	5,00	*
29/set	3,61	7,78	4,17	5,93	5,55	*
30/set	3,05	9,72	5,00	8,33	6,10	*
01/out	2,22	6,94	3,61	5,55	4,17	*
02/out	2,22	6,67	3,61	5,55	3,89	*
03/out	2,22	7,50	3,61	6,39	4,72	*
04/out	5,00	9,72	6,39	8,33	6,94	*

* valores perdidos, evapotranspirômetro com vazamento.

TABELA 6 Relação entre evaporação média dos evapotranspirômetros com bordadura com solo arado e gramado.

DATA	Evaporação média (mm) Bordadura de grama	Evaporação média (mm) Bordadura de solo arado	Relação entre Bordadura solo arado / grama
25/set	1,83	1,58	0,86
26/set	3,72	4,44	1,19
27/set	2,89	3,61	1,25
28/set	4,33	4,67	1,08
29/set	5,41	7,64	1,41
30/set	6,44	10,27	1,60
01/out	4,50	7,55	1,68
02/out	4,39	7,36	1,68
03/out	4,89	8,28	1,69
04/out	7,28	10,83	1,49

O solo dos evapotranspirômetros apresentou uma ascensão capilar da ordem de 40 cm, em colunas de solo de diâmetro de 4" e 6" e manteve uma umidade média de 0,3323 g/g até 40 cm e 0,0856 g/g de 40 a 60 cm.

Para caracterizar o solo em relação a sua retenção de água, foram retiradas amostras em camadas de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm e analisadas, obtendo-se os resultados mostrados na Tabela 7 e Figuras 4 a 10.

O evapotranspirômetro 6 apresentou uma curva de retenção de água diferente das demais; a camada de 15 a 40 cm está retendo mais água que as demais. Esta retenção maior é explicada pela maior porcentagem de microporos nesta camada, os quais têm uma maior capacidade de retenção de água do que os macroporos.

TABELA 7: Valores de umidade do solo (base volume) a várias tensões (atm).
Conforme resultados do Laboratório de Física do Solo - UFLA.

UMIDADE COM BASE VOLUME (%) - GIRASSOL						
TENSÃO atm	EVAPOTRANSPIRÔMETRO 01		EVAPOTRANSPIRÔMETRO 02		EVAPOTRANSPIRÔMETRO 03	
	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm
0,02	44,05	41,52	43,78	47,04	45,15	44,03
0,04	42,32	39,14	40,29	45,12	42,12	45,52
0,06	35,43	36,63	36,23	38,37	38,91	37,64
0,10	28,52	30,07	27,89	30,31	30,57	30,19
0,33	27,40	29,09	26,51	29,70	29,09	29,15
1,00	25,55	26,44	24,49	27,31	28,05	27,10
5,00	23,85	24,84	22,31	25,54	27,82	25,97
15,00	22,43	16,98	15,81	23,66	25,74	19,19
UMIDADE COM BASE VOLUME (%) - GIRASSOL						
TENSÃO atm	EVAPOTRANSPIRÔMETRO 04		EVAPOTRANSPIRÔMETRO 05		EVAPOTRANSPIRÔMETRO 06	
	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm	0 a 15 cm	15 a 40 cm
0,02	48,18	44,15	43,88	46,60	49,25	57,52
0,04	45,27	42,02	43,09	43,58	47,14	51,59
0,06	39,50	40,10	36,31	37,39	41,32	44,93
0,10	31,13	30,60	29,35	29,80	32,31	37,37
0,33	29,89	29,36	28,21	28,96	31,90	36,00
1,00	27,66	27,38	26,24	26,53	27,94	33,64
5,00	26,13	25,85	24,62	25,58	26,54	30,75
15,00	19,05	23,83	21,67	21,85	23,49	26,23
UMIDADE COM BASE VOLUME (%) - GRAMA						
TENSÃO atm	EVAPO- TRANSPIRÔ METRO 03					
	0 a 15 cm					
0,02	42,64					
0,04	40,73					
0,06	39,96					
0,10	32,48					
0,33	31,94					
1,00	28,74					
5,00	26,52					
15,00	23,09					

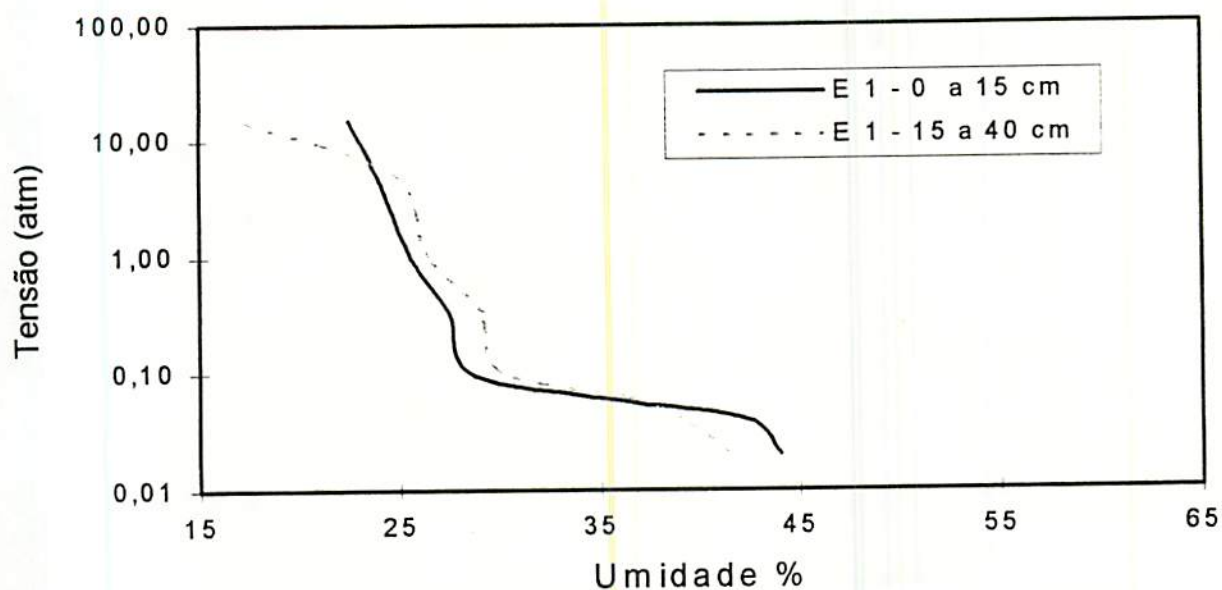


FIGURA 4 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 1 "Bateria 1" (Girassol).

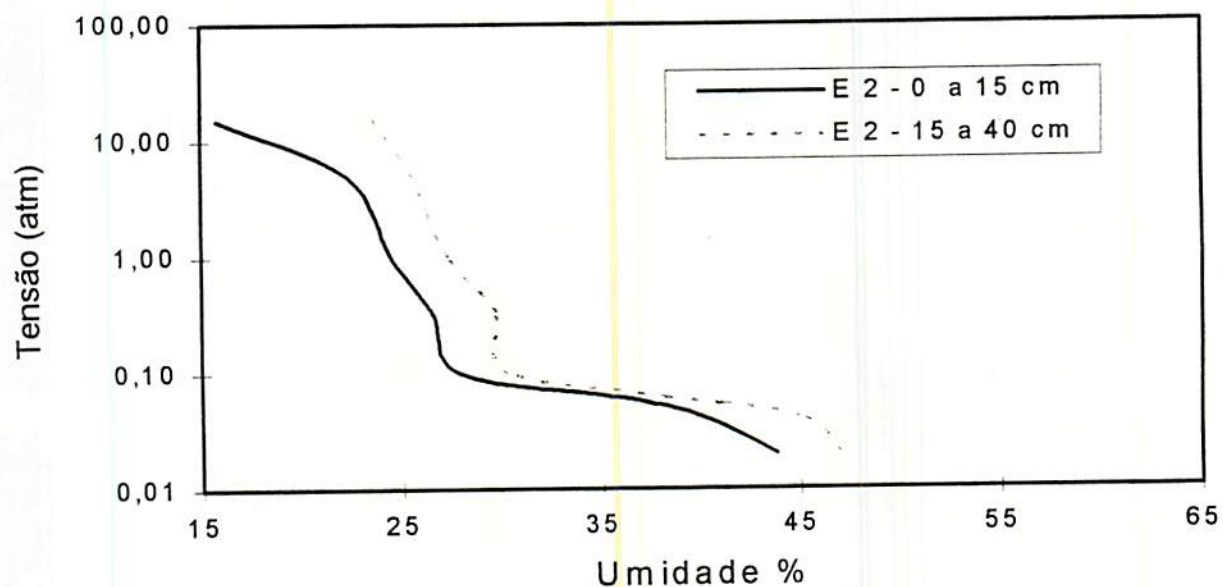


FIGURA 5 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 2 "Bateria 1" (Girassol).

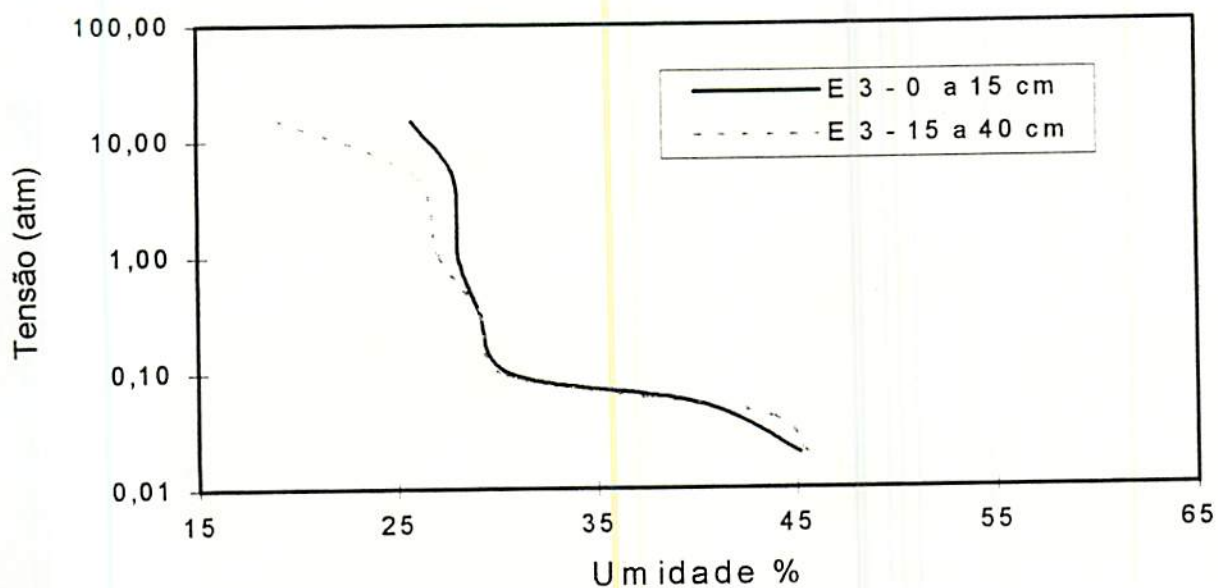


FIGURA 6 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 3 "Bateria 1" (Girassol).

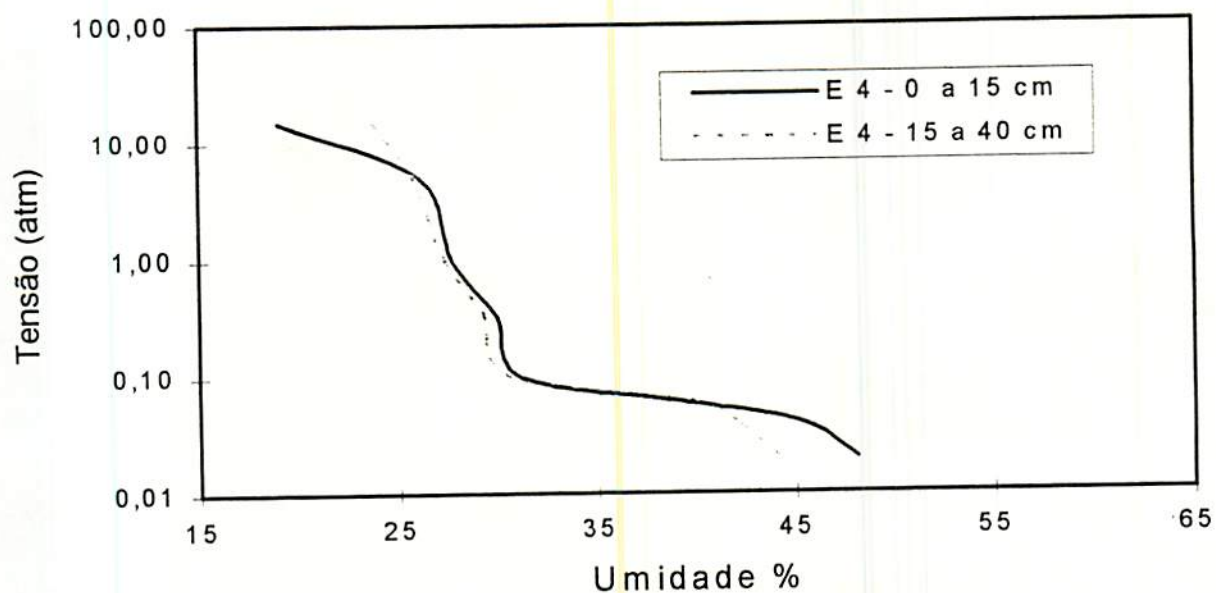


FIGURA 7 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 4 "Bateria 1" (Girassol).

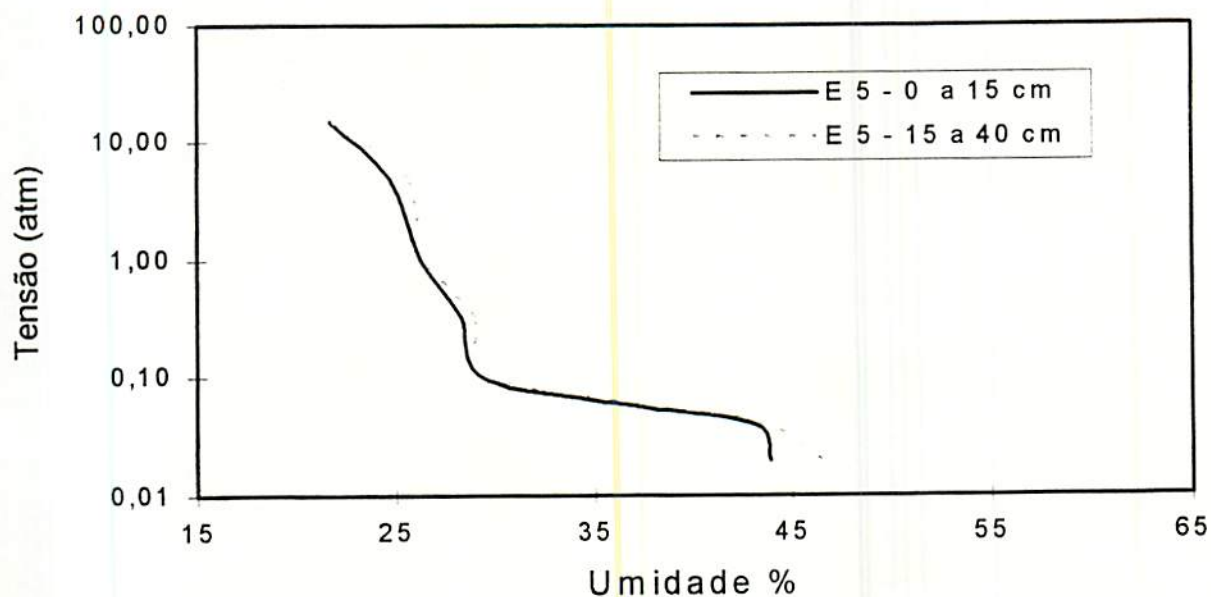


FIGURA 8 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 5 "Bateria 1" (Girassol).

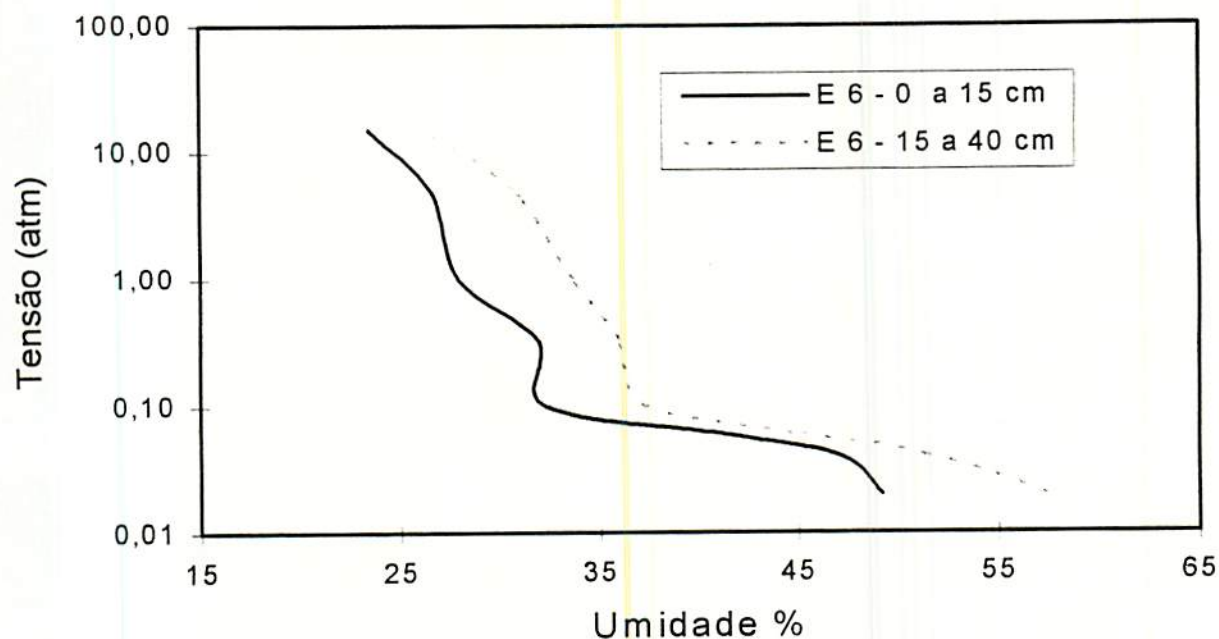


FIGURA 9 Curva de retenção de água no solo para as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 40 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 6 "Bateria 1" (Girassol).

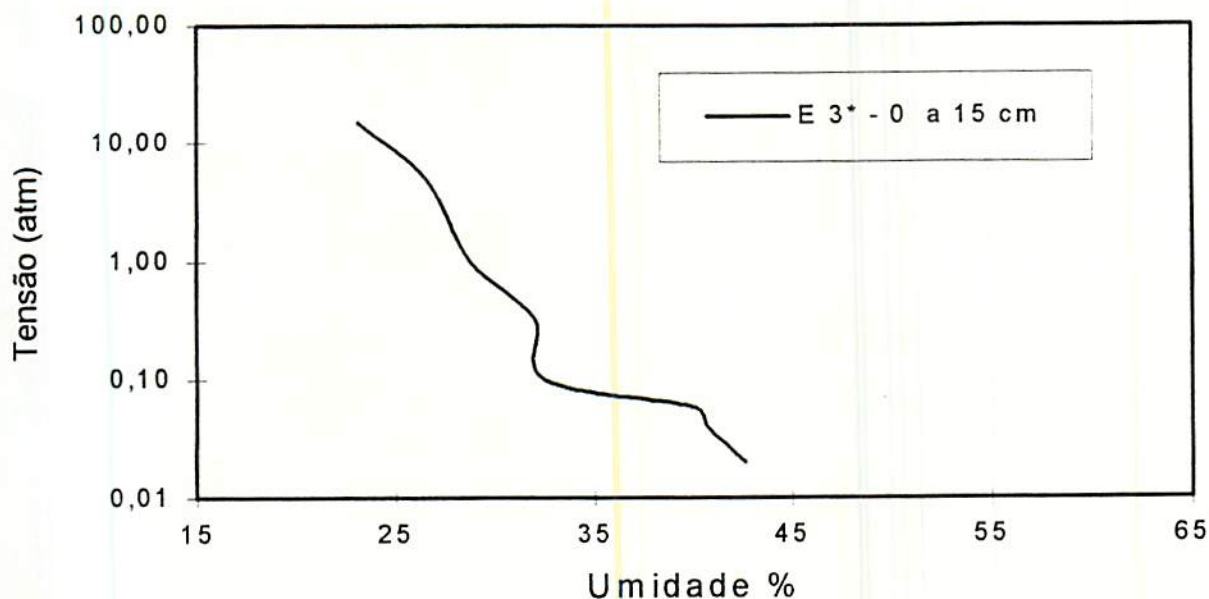


FIGURA 10 Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0 a 15 cm com teor de umidade em volume - evapotranspirômetro 3 "Bateria 2" (Gramas).

3.2 Método.

O balanço hídrico no evapotranspirômetro, de forma simplificada, pode ser apresentado pela equação:

$$-M/ = P + I - D - /A/ - ET \dots\dots\dots(2)$$

onde:

M: variação no teor de água do solo do evapotranspirômetro (mm);

P: precipitação pluviométrica (mm);

I: irrigação aplicada (mm);

D: drenagem ou percolação (mm);

A: variação no armazenamento de água nas plantas (mm);

ET: evapotranspiração (mm);

Como a variação no armazenamento de água na planta é desprezível em relação aos outros componentes, a equação reduz-se a:

$$ET = P + I - D \pm M \dots \dots \dots (3)$$

O manejo dos evapotranspirômetros se constituiu basicamente na determinação dos parâmetros da equação acima. A precipitação (P) e irrigação (I) foram medidas pelo pluviógrafo e coluna de alimentação, respectivamente. O valor da drenagem (D) foi avaliado pela coleta da água no tubo de drenagem e a variação no teor de água no solo foi determinada pela variação na tensão de retenção da água; ET no caso representa o consumo de água pela cultura. Na estação climatológica foram registrados os dados necessários para a estimativa de ETo, utilizando-se como cultura de referência a grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge.).

A evapotranspiração pode ser estimada por vários métodos; para o presente trabalho utilizou-se de dois métodos, sendo Makkink e Tanque Classe A.

1 - Método de MAKKINK, foi desenvolvido utilizando-se da equação:

$$ETM = (0,61 \cdot R_s \cdot W) - 0,12 \dots \dots \dots (4)$$

onde:

ETM = evapotranspiração potencial estimada pelo método MAKKINK
(mm/dia)

R_s = radiação solar global (mm/dia)

$$R_s = R_t (a + b \cdot n/N) \dots \dots \dots (5)$$

Sendo: R_t = radiação solar na ausência de atmosfera ($\frac{cal}{cm^2 dia}$), valor obtido por tabela (Interpolação de Shaw, Napier - Manual of Metereology, Cambridge, University Press)

$$a = 0,29 \cos \phi$$

$$\phi = \text{latitude}$$

$$a = 0,27$$

$$b = 0,52$$

$$n = \text{número de horas reais de insolação (h)}$$

$$N = \text{número máx. de horas de insolação em um dia (tabela em função da latitude)}$$

$$W = \Delta \div (\Delta + \gamma) \dots \dots \dots (6)$$

sendo:

$$\Delta = \text{tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água. (mmHg/}^\circ\text{C)}$$

$$\gamma = \text{constante psicrométrica (0,5 mmHg/}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta = e_s \left[\left(\frac{6886}{T_a^2} \right) - \left(\frac{5,31}{T_a} \right) \right] \dots \dots \dots (7)$$

(Fonte: Vila Nova 1967)

sendo:

e_s = pressão de saturação de vapor d'água no ar - mmHg (tabela com temperatura do ar em ° C)

T_a = temperatura média do ar no dia (K)

2 - O método TANQUE CLASSE A foi desenvolvido utilizando-se da equação:

$$ETPCA = K_p \cdot ECA \dots \dots \dots (8)$$

onde:

ETPCA = evapotranspiração potencial estimada pelo Método do TANQUE CLASSE A

K_p = coeficiente do tanque (adimensional), determinado usando-se de tabela com dados de entrada: umidade relativa média do dia (%) e velocidade do vento. (Fonte: Doorenbos e Pruitt 1977, citados por Castro Neto em Notas de aula)

ECA = evaporação do TANQUE CLASSE A. (mm).

Optou-se pelo método de estimativa da ETo de MAKKINK, como um dos métodos de radiação, por este apresentar um menor desvio entre diversos métodos testados por Castro Neto e Soares (1989), sendo o método que apresentou um resultado mais próximo entre os valores medidos.

A escolha do método de estimativa da ETo do TANQUE CLASSE A como um segundo método foi devido a sua facilidade de obtenção a nível de campo.

O consumo de água pela cultura do girassol foi determinado por meio de medições diárias. A evapotranspiração máxima da cultura do girassol, ou seja, os valores de consumo de água nos evapotranspirômetros de lençol freático constante, objetivo principal do presente trabalho, foram obtidos diariamente entre 7 e 7:30 horas, pois devido à redução do fenômeno da transpiração durante a noite, esperou-se uma estabilização dos níveis de umidade do solo, permitindo uma avaliação mais correta da água consumida pela cultura.

Entre a semeadura e a colheita do girassol, o ciclo dividiu-se em cinco (5) fases fenológicas a serem estudadas, sendo utilizado a divisão apresentada por Bergamaschi (1992).

ESTÁDIO I - S - 10E

ESTÁDIO II - 10E - 40E

ESTÁDIO III - 40E - IF

ESTÁDIO IV - IF - FF

ESTÁDIO V - FF - MF

onde:

S = semeadura

10E = dez dias após a emergência

40E = quarenta dias após a emergência

IF = início do florescimento

FF = final do florescimento

MF = maturação fisiológica

O lençol freático foi mantido nas seguintes profundidades:

ESTÁDIO I = 40 cm;

ESTÁDIO II = 40 cm (até 07/11); 50 cm (08/11 à 13/11); 60 cm (14/11 à 18/11); 70 cm (19/11 à 25/11); 80 cm (26/11 à 01/12) e 90 cm (02/12 à 05/12);

ESTÁDIO III = 90 cm (06/12 à 25/12) e 93 cm até o final;

ESTÁDIO IV e V = 93 cm

Foram eliminados do estudo os dados referentes aos dias com precipitação elevada, sendo que para estes dias o valor da evapotranspiração medida não foi consistente devido ao tempo de resposta dos evapotranspirômetros.

Foram coletados dados diários de evapotranspiração para a grama em cinco (5) evapotranspirômetros, sendo que um deles apresentou vazamento, sendo descartado. Já para o girassol coletaram-se dados de seis (6) evapotranspirômetros. Portanto trabalhou-se com cinco repetições na grama e seis no girassol.

Os dados foram tabulados utilizando-se dos valores médios dos três evapotranspirômetros que apresentaram um menor coeficiente de variação para o dia em questão.

Como a resposta dos evapotranspirômetros é lenta, utilizou-se a média móvel 3 a 3, visando melhor representar os resultados. A média móvel 3 a 3, consiste em somar o resultado de um dia com os dois seguintes e achar a média aritmética, computando como o valor deste dia, sendo procedido da mesma maneira para os dias sub-sequentes. A partir destes dados diários determinou-se a lâmina média para cada estágio de desenvolvimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se pela Tabela 8, os resultados obtidos para cada estágio de desenvolvimento da cultura.

TABELA 8 Dados observados durante o ciclo da cultura de girassol.

ESTÁDIOS	I	II	III	IV	V
duração (dias)	14	30	21	17	13
altura (m) da planta	0,085	1,20	2,69	2,69	2,69
crescimento(cm/dia)	0,61	3,72	7,10	-	-
radiação solar (mm/dia)	7,62	8,03	7,84	8,68	10,35
insolação média (horas)	5,30	5,51	5,04	6,27	8,79
temperatura média(° C)	22,34	21,77	22,49	23,55	24,44
precipitação (mm)	81,2	138,8	302,2	78,2	25,4
ET girassol (mm/dia)	5,29	4,99	4,73	5,73	6,79
ETPCA (mm/dia)	3,76	4,44	4,86	4,23	5,17
ETM (mm/dia)	3,21	3,36	3,30	3,73	4,55
ETo grama (mm/dia)	2,53	3,69	3,25	3,56	4,40

Durante o ciclo do girassol, a distribuição da chuva se deu de acordo com o histograma da Figura 3; observa-se que houve uma maior concentração no III estágio, sendo que neste o girassol apresentou um menor consumo de água e um maior crescimento. A explicação para o fato é que os evapotranspirômetros perdem a precisão quando ocorrem precipitações.

O girassol apresentou um consumo de água de 508,8 mm durante todo o seu ciclo, ou seja, em 95 dias. Já a grama batatais apresentou uma demanda de 332,00 mm no mesmo período, quando se observou uma demanda de 427,00 mm (ETPCA).

A maior taxa de crescimento diário foi observada no ESTÁDIO III, com um crescimento de 7,1 cm/dia, sendo que neste apresentou o menor consumo de água, média de 4,73 mm/dia. Era esperado um crescimento gradativo no consumo dos ESTÁDIOS I ao III, porém obteve-se uma redução no consumo. A explicação é que, nos estádios anteriores (I e II), o lençol de água esteve próximo à superfície e uma área de bordadura com girassol foi pequena em relação a uma grande área de solo arado, ocasionando um efeito advectivo.

O ESTÁDIO V apresentou um consumo de 6,79 mm/dia, sendo o maior entre os outros. Pode-se observar que neste estágio todos os parâmetros observados apresentaram os seus maiores valores.

A evapotranspiração estimada pelo método TANQUE CLASSE A foi a que mais se aproximou do uso consuntivo do girassol, chegando a ser maior somente no ESTÁDIO III.

A evapotranspiração de referência (grama batatais) foi a menor em relação à ETPCA e ETM, sendo superior somente ao ETM para o ESTÁDIO II.

O girassol apresentou um consumo médio diário de 5,36 mm, sendo que a grama batatais apresentou um consumo de 3,5 mm/dia. Este valor alto do girassol é explicado por:

- crescimento (2,69 m) bem acima da sua altura média (1,50 m);
- grande oferta de água durante todo o ciclo (Figura 11);
- grande influência do efeito advectivo;
- alto coeficiente de transpiração, ou seja, havendo disponibilidade de água no solo, a planta tem grande capacidade de retirar e lançar na atmosfera. (Silva, 1990).

A produção média do girassol foi de 2.098 kg/ha, abaixo da alcançada por Ungaro (1986), mas acima da média do ensaio nacional para 11 localidades, que foi de 1.699 kg/ha (Silva, 1990).

A variedade estudada apresentou o seguinte resultado em termos de produção:

- diâmetro do capítulo: 14,40 cm
- número de sementes por capítulo: 1.112
- peso de 1000 sementes: 32,56 g
- 2.098 kg/ha

No início do florescimento a planta apresentava: altura: 2,69 m; diâmetro do caule no nível do solo: 2,80 cm; diâmetro do caule na parte central: 2,40 cm e número de pares de folhas: 17

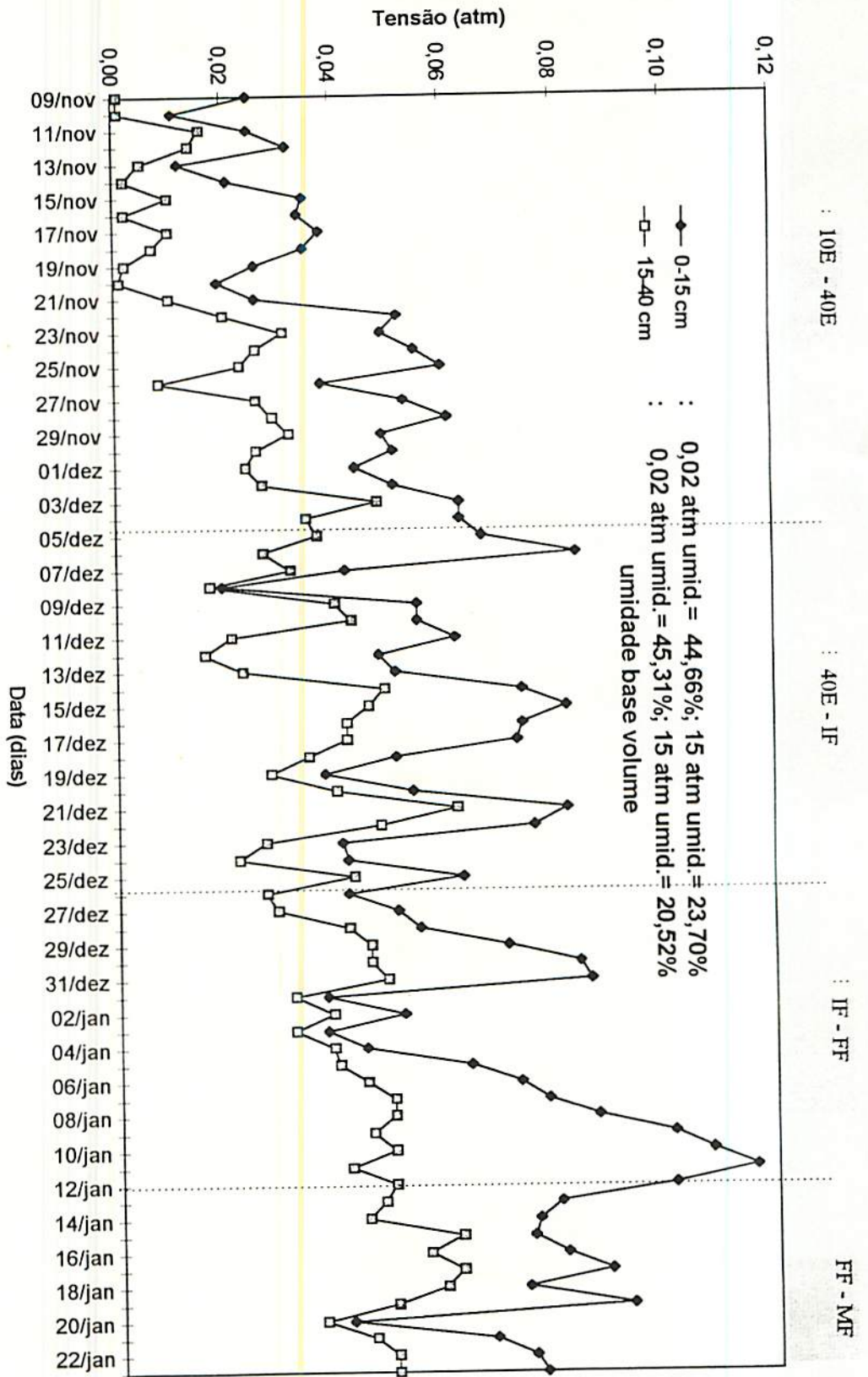


FIGURA 11 Tensão da água no solo dos evapotranspirômetros durante o ciclo do girassol.

5 CONCLUSÕES

Observando os resultados alcançados podemos concluir o seguinte:

- em situação de grande oferta de água a cultura do girassol terá um alto consumo;

- para a região de Lavras - MG, a evapotranspiração, estimada pelos métodos estudados, apresentou a seguinte sequência do maior para o menor: Evapotranspiração estimada pelo tanque classe A; Evapotranspiração estimada pelo método de Makkink e Evapotranspiração de referência (grama batatais). Alterando para Evapotranspiração estimada pelo tanque classe A; Evapotranspiração de referência (grama batatais) e Evapotranspiração estimada pelo método de Makkink somente para o ESTÁDIO II;

- o estudo de consumo de água para o girassol, utilizando-se de evapotranspirômetro de lençol freático constante, requer dispositivos de cobertura quando da ocorrência de chuvas;

- os resultados de consumo de água obtidos no presente trabalho requerem repetições para o mesmo local, procurando manter o lençol freático a 60 cm nos primeiros 20 dias da emergência e depois rebaixar a 93 cm (máximo

possível para os evapotranspirômetros disponíveis). A bordadura deverá ser maior para evitar o efeito advectivo.

- o girassol apresentou um consumo de água variado por estágio, sendo seguintes os resultados: estágio I = 5,29 mm/dia; estágio II = 4,99 mm/dia; estágio III = 4,73 mm/dia; estágio IV = 5,73 mm/dia e estágio V = 6,79 mm/dia;

- o consumo de água durante todo o ciclo do girassol foi de 508,8 mm, apresentando uma média diária de 5,35 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. **Lysimeter**. Rome, 1982. 68 p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper, 39)
- ALMEIDA, A. P. de **O girassol e considerações sobre sua cultura em Angola**. *Gazeta Agrícola de Angola*, Luanda, V.15,n. 1, p. 38-52,1970.
- ASSIS, F. N.; VILLA NOVA, N. A. **Adaptação do evapotranspirômetro de Thornthwaite para registro da evapotranspiração**. *Agros*, Pelotas, v.15, n.1, p. 1-7, 1980.
- BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 125 p.
- BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 11 p. (Boletim Técnico, 7)
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1989. 596 p.
- BOLSON, E. L. **Girassol: perspectiva de um brilhante futuro**. Brasília: EMBRAPA, 1979. 7p. (Informativo).
- BRUWER, J. J.; BOSHOFF, B. D.; HUGO, F. J. C.; FULS, J.; HAWKINS, C.; WALT, A. N. **Sunflower seed oil as an extender for diesel fuel in Agricultural tractors**. Pretória: Division of Agricultural Engineering, 1980. n. p.
- BURMAN, R. D.; NIXON, P. R.; WRIGHT, J. L.; PRUIT, W. O. **Water requeriments**. In: JESSEN, M. E. (ed.) **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1983. p.11.
- CASTRO NETO, P. ; SOARES, A. M. **Avaliação sazonal de métodos para estimativa da evapotranspiração potencial diária em Lavras, Estado de Minas Gerais**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 6, Maceió, 1989. Sexto...Maceió, 1989. p. 265-274.

- CHANG, Jen. Hu. **Climate and agriculture: an ecological survey.** Chicago: Aldine, 1968. 305 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4º Aproximação.** Lavras, 1989. 176 p.
- DOORENBOS, J.; PRUIT, J. O. **Las necesidades de água de los cultivos.** Roma: FAO, 1977. 194 p. (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 24).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Yield response to water.** Rome, 1979. 179 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33)
- GANGOPADHYAYA, M. C., et al. **Measurements and estimation of evaporation and evapotranspiration.** Geneva: WMO, 1966. 121 p. (Technical Note, 83)
- GOLDBERG, S. D. **Estimating the consumption water use of sugar beets during autumn and Winter.** Israel: Institute Agronomic Division of Science Publisher, [19--]. 14 p. (Pamphlet número, 123)
- GOLDBERG, S. D. Relation between water consumption of peanuts and class A pan evaporation during the growing season. **Soil Science**, Maryland, v.104, n.4, p.289-296, 1966.
- GONART, B.; GOLDBERG, D.; SADAN, D. Changes in the ratio between sugar beet evapotranspiration and pan evaporation during the growing season. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n.2, p. 256-258, 1971.
- GONÇALVES, N. P. Época, espaçamento, densidade de plantio e irrigação para a cultura do girassol. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p.79, out. 1981.
- INFORME AGROPECUÁRIO. Mamona, girassol e amendoim perspectivas em Minas. Belo Horizonte, v.7, n.82, 1981.
- INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA. **Principais culturas-II.** Campinas, 1987. v.2, p. 70-74.
- KAKIDA, J. Cultivares de girassol. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p.78, out. 1981.
- MATZENAUER, R. **Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura:** agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 125p.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Normais Climatológicas, MG, ES, RJ.** Rio de Janeiro, 1969. v.2. 99p.
- MOURA, P. A. M. de. Aspectos econômicos das culturas de oleaginosas - amendoim, mamona e girassol. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p. 11-14, out. 1981.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.
- PENMAN, H. L. Evaporation: an introductory survey. **Netherlands Journal Agricultural Science**, Wageningen, n. 4, p. 9-29, 1956.
- RITCHIE, J. T. Influence of soil water status and meteorological conditions on evaporation from a corn canopy. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, p. 894-897, 1973.
- ROBINSON, R. G. et al. Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 degrees. **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 134-136, 1967.
- SCARDUA, R. **Evapotranspiração real da cultura do milho como base aos projetos de irrigação.** Piracicaba: ESALQ. 1970. 160 p. (Tese Doutorado).
- SILVA, M. da. **A cultura do girassol.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 67p.
- SILVA, W. J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p.24, out. 1981.
- SMIRNOVA, U. A. Opyt izucheniia svyazi urozhainosti podsol- mehmikas klimaticheskimi usloviiami mesta vozdeyaniia. **Nauchno - Issledovatel Skii Institut Aeroklimatologii.** Leningrad, v. 6, p. 79-91, 1958. In: METEOROLOGICAL AND GEOASTROPHYSICAL ABSTRACTS, Boston, v. 11, n. 8, p. 1214, 1960.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 55-94, 1948.
- UNGARO, M. R. G. Girassol; a terceira cultura produtora de óleo. **Agroquímica**, São Paulo, v. 16, p. 18-23, 1981.
- UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol.** Campinas: IAC, 1978. 15 p. (Boletim, 212)
- UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol.** Campinas: IAC, 1986. 26 p. (Boletim, 105)

VAN BAVEL, C.H. M. Lysimetric measurement of evapotranspiration rates in the eastern United States. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 23, n. 2, p. 138-141, 1961.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 449 p.

VILLA NOVA, N. A. **Estudos sobre o balanço de energia em cultura de arroz**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 89 p. (Tese de Livre-docência)

ANEXOS

A seguir, são apresentadas as planilhas com os valores originais que deram origem aos valores apresentados na tabela 8.

DATA	ETC - 3 melhores	ETC c/ exclusão	ETC c/ exclusão móvel 3 - 3	Média por estádio
23/out	6,51	6,51	5,69	5,29
24/out	4,75	4,75	5,03	
25/out	5,81	5,81	5,17	
26/out	7,50	4,52	4,52	
27/out	8,00		2,73	
28/out	8,48		3,64	
29/out	2,73	2,73	3,74	
30/out	4,54	4,54	4,86	
31/out	3,96	3,96	5,59	
01/nov	6,07	6,07	5,95	
02/nov	6,75	6,75	6,33	
03/nov	5,02	5,02	6,28	
04/nov	7,22	7,22	6,98	
05/nov	6,60	6,60	7,60	
06/nov	7,13	7,13	5,92	4,99
07/nov	9,06	9,06	6,27	
08/nov	1,58	1,58	5,33	
09/nov	8,16	8,16	7,31	
10/nov	6,25	6,25	6,89	
11/nov	7,53	7,53	6,39	
12/nov	12,12		3,31	
13/nov	5,24	5,24	2,63	
14/nov	1,38	1,38	2,53	
15/nov	1,27	1,27	4,05	
16/nov	4,93	4,93	5,44	
17/nov	5,94	5,94	5,11	
18/nov	17,19		3,99	
19/nov	4,28	4,28	3,72	
20/nov	3,70	3,70	3,79	
21/nov	3,17	3,17	4,23	
22/nov	4,49	4,49	4,90	
23/nov	5,02	5,02	5,08	
24/nov	5,19	5,19	4,09	
25/nov	5,02	5,02	3,10	
26/nov	2,07	2,07	2,14	
27/nov	2,20	2,20	3,45	
28/nov	12,82		3,94	
29/nov	4,70	4,70	4,50	
30/nov	3,17	3,17	3,61	
01/dez	5,63	5,63	5,13	
02/dez	2,02	2,02	6,33	
03/dez	7,74	7,74	8,49	
04/dez	9,24	9,24	9,24	
05/dez	12,64		8,82	
06/dez	19,37	8,73	8,73	4,73
07/dez	8,82	8,82	8,73	
08/dez	1,06	8,64	6,81	
09/dez	10,49		4,97	
10/dez	4,97	4,97	4,97	
11/dez	22,84		4,40	
12/dez	-1,41		4,45	
13/dez	4,40	4,40	4,45	
14/dez	4,49	4,49	3,44	
15/dez	17,29		3,44	

ETc		EVAPOTRANSPIRÔMETRO		GIRASSOL	
DATA	ETc - 3 melhores	ETc c/ exclusão	ETc c/ exclusão móvel 3 - 3	Média por estádio	
16/dez	2,38	2,38		3,44	
17/dez	20,53	4,50		4,50	
18/dez	17,82			4,36	
19/dez	-12,50			4,36	
20/dez	4,36	4,36		4,36	
21/dez	22,36	4,35		4,53	
22/dez	11,18			4,70	
23/dez	-6,00	4,70		4,00	
24/dez	-1,41			3,30	
25/dez	33,53	3,30		3,50	
26/dez	-15,09			3,82	
27/dez	-0,45	3,70		4,19	5,73
28/dez	3,93	3,93		5,04	
29/dez	4,93	4,93		5,59	
30/dez	6,25	6,25		3,70	
31/dez	32,52			2,86	
01/jan	-11,31	1,15		3,30	
02/jan	10,63	4,56		4,38	
03/jan	4,19	4,19		4,50	
04/jan	0,71			5,15	
05/jan	0,84	4,80		5,93	
06/jan	5,50	5,50		7,17	
07/jan	7,48	7,48		8,02	
08/jan	8,53	8,53		8,29	
09/jan	8,05	8,05		8,05	
10/jan	10,07			7,15	
11/jan	20,08			6,72	
12/jan	7,15	7,15		7,46	
13/jan	6,29	6,29		7,61	6,79
14/jan	8,93	8,93		8,93	
15/jan	10,74			4,70	
16/jan	11,44			4,70	
17/jan	11,88	4,70		6,45	
18/jan	13,95			8,69	
19/jan	21,86	8,20		6,79	
20/jan	9,17	9,17		6,49	
21/jan	2,99	2,99			
22/jan	7,31	7,31			

ETo	-EVAPOTRANSPIRÔMETRO -			GRAMA	
	DATA	ETo (3 melhores)	ETo c/ exclusão	ETo c/ exclusão móvel 3-3	Média por estádio
23/out	1,41	1,41		2,58	2,53
24/out	1,67	1,67		3,17	
25/out	4,67	4,67		3,52	
26/out	9,39			2,37	
27/out	2,37	2,37		2,37	
28/out	14,77			1,06	
29/out	0,97			1,22	
30/out	1,06	1,06		1,34	
31/out	1,37	1,37		2,27	
01/nov	1,58	1,58		2,49	
02/nov	3,85	3,85		3,10	
03/nov	2,03	2,03		3,10	
04/nov	3,43	3,43		3,43	
05/nov	3,83	3,83		3,43	
06/nov	3,03	3,03		3,03	3,69
07/nov	13,90			3,32	
08/nov	0,00			3,91	
09/nov	3,32	3,32		4,33	
10/nov	4,49	4,49		4,84	
11/nov	5,19	5,19		6,36	
12/nov	14,71			5,12	
13/nov	7,53	7,53		3,41	
14/nov	2,70	2,70		1,71	
15/nov	0,00	0,00		1,97	
16/nov	2,42	2,42		2,95	
17/nov	3,48	3,48		3,84	
18/nov	14,99			3,51	
19/nov	4,19	4,19		3,38	
20/nov	2,82	2,82		2,83	
21/nov	3,12	3,12		2,74	
22/nov	2,55	2,55		2,61	
23/nov	2,55	2,55		2,63	
24/nov	2,73	2,73		2,83	
25/nov	2,60	2,60		2,92	
26/nov	3,17	3,17		3,08	
27/nov	2,99	2,99		3,89	
28/nov	10,74			4,79	
29/nov	4,79	4,79		3,89	
30/nov	0,79			3,39	
01/dez	2,99	2,99		3,73	
02/dez	3,79	3,79		4,36	
03/dez	4,40	4,40		4,64	
04/dez	4,88	4,88		4,88	
05/dez	8,33			5,83	
06/dez	12,50			5,83	3,25
07/dez	5,83	5,83		5,83	
08/dez	1,19			1,41	
09/dez	8,47			1,41	
10/dez	1,41	1,41		1,37	
11/dez	8,62			2,38	
12/dez	1,32	1,32		2,67	
13/dez	3,43	3,43		3,35	
14/dez	3,26	3,26		2,43	
15/dez	11,26			1,59	

ETo	EVAPOTRANSPIRÔMETRO		GRAMA
DATA	ETo (3 melhores)	ETo c/ exclusão	ETo c/ exclusão móvel 3-3 Média por estádio
16/dez	1,59	1,59	4,12
17/dez	10,20		6,65
18/dez	6,65	6,65	4,65
19/dez	-1,71		2,64
20/dez	2,64	2,64	2,64
21/dez	14,97		4,52
22/dez	11,72		3,21
23/dez	1,43	4,52	3,21
24/dez	1,89	1,89	1,89
25/dez	14,87		3,33
26/dez	-7,44		3,17
27/dez	3,33	3,33	2,95
28/dez	3,01	3,01	2,88
29/dez	2,51	2,51	2,82
30/dez	3,13	3,13	3,13
31/dez	12,93		6,37
01/jan	-2,99		4,91
02/jan	6,37	6,37	3,65
03/jan	3,44	3,44	2,16
04/jan	1,15	1,15	2,08
05/jan	1,89	1,89	2,89
06/jan	3,21	3,21	3,61
07/jan	3,56	3,56	3,67
08/jan	4,05	4,05	4,06
09/jan	3,39	3,39	4,07
10/jan	4,75	4,75	4,75
11/jan	14,27		3,08
12/jan	0,69		3,44
13/jan	3,08	3,08	3,74
14/jan	3,79	3,79	4,43
15/jan	4,36	4,36	4,68
16/jan	5,15	5,15	4,84
17/jan	4,53	4,53	4,53
18/jan	7,95		4,90
19/jan	10,25		3,77
20/jan	4,90	4,90	4,30
21/jan	2,64	2,64	
22/jan	5,37	5,37	

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL- TANQUE CLASSE A (ETPCA)				
DATA	Evaporação classe A	Coefficiente do tanque -Kp	ETPCA	média por estágio
23/out	8,11	0,70	5,68	3,76
24/out	6,66	0,75	5,00	
25/out	4,58	0,75	3,44	
26/out	3,48	0,85	2,96	
27/out	0,26	0,85	0,22	
28/out	1,35	0,85	1,15	
29/out	5,50	0,75	4,13	
30/out	3,54	0,75	2,66	
31/out	4,66	0,75	3,50	
01/nov	6,10	0,85	5,19	
02/nov	4,16	0,75	3,12	
03/nov	7,48	0,75	5,61	
04/nov	6,66	0,70	4,66	
05/nov	7,20	0,75	5,40	
06/nov	7,76	0,75	5,82	4,44
07/nov	8,24	0,75	6,18	
08/nov	7,92	0,85	6,73	
09/nov	8,14	0,70	5,70	
10/nov	6,12	0,75	4,59	
11/nov	7,96	0,75	5,97	
12/nov	7,96	0,75	5,97	
13/nov	5,00	0,75	3,75	
14/nov	3,89	0,85	3,31	
15/nov	0,44	0,85	0,37	
16/nov	6,46	0,85	5,49	
17/nov	5,70	0,75	4,28	
18/nov	3,22	0,85	2,74	
19/nov	5,00	0,75	3,75	
20/nov	4,96	0,75	3,72	
21/nov	5,92	0,75	4,44	
22/nov	4,66	0,75	3,50	
23/nov	3,34	0,75	2,51	
24/nov	5,02	0,75	3,77	
25/nov	3,04	0,85	2,58	
26/nov	5,22	0,85	4,44	
27/nov	4,47	0,85	3,80	
28/nov	7,96	0,75	5,97	
29/nov	3,02	0,75	2,27	
30/nov	6,80	0,85	5,78	
01/dez	5,80	0,75	4,35	
02/dez	7,06	0,70	4,94	
03/dez	5,64	0,75	4,23	
04/dez	7,26	0,75	5,45	
05/dez	7,82	0,85	6,65	
06/dez	6,28	0,85	5,34	4,86
07/dez	11,26	0,85	9,57	
08/dez	7,16	0,75	5,37	
09/dez	4,40	0,75	3,30	
10/dez	6,12	0,85	5,20	
11/dez	10,36	0,85	8,81	
12/dez	6,24	0,85	5,30	
13/dez	7,28	0,85	6,19	
14/dez	6,00	0,85	5,10	
15/dez	7,52	0,85	6,39	

DATA	Evaporação classe A	Coefficiente do tanque -Kp	ETPCA	média por estádio
16/dez	6,15	0,85	5,23	
17/dez	3,46	0,75	2,60	
18/dez	3,86	0,85	3,28	
19/dez	7,16	0,70	5,01	
20/dez	5,66	0,70	3,96	
21/dez	5,72	0,70	4,00	
22/dez	1,42	0,75	1,07	
23/dez	5,48	0,75	4,11	
24/dez	5,74	0,85	4,88	
25/dez	4,50	0,85	3,83	
26/dez	4,28	0,85	3,64	
27/dez	3,46	0,85	2,94	4,23
28/dez	3,84	0,85	3,26	
29/dez	5,60	0,75	4,20	
30/dez	7,14	0,75	5,36	
31/dez	4,68	0,75	3,51	
01/jan	0,50	0,85	0,43	
02/jan	3,28	0,85	2,79	
03/jan	5,94	0,85	5,05	
04/jan	2,82	0,85	2,40	
05/jan	6,60	0,85	5,61	
06/jan	6,62	0,85	5,63	
07/jan	6,91	0,75	5,18	
08/jan	6,98	0,75	5,24	
09/jan	6,65	0,75	4,99	
10/jan	6,96	0,75	5,22	
11/jan	7,48	0,75	5,61	
12/jan	5,36	0,85	4,56	
13/jan	4,48	0,75	3,36	5,17
14/jan	7,98	0,75	5,99	
15/jan	7,40	0,75	5,55	
16/jan	8,88	0,75	6,66	
17/jan	4,88	0,75	3,66	
18/jan	7,00	0,85	5,95	
19/jan	8,10	0,85	6,89	
20/jan	7,30	0,85	6,21	
21/jan	5,30	0,85	4,51	
22/jan	3,40	0,85	2,89	

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink					
DATA	Insolação (n)	Número de horas solar no topo (N)	n/N	a	b
23/out	11,10	12,50	0,89	0,27	0,52
24/out	8,10	12,50	0,65	0,27	0,52
25/out	0,80	12,50	0,06	0,27	0,52
26/out	3,40	12,50	0,27	0,27	0,52
27/out	0,30	12,50	0,02	0,27	0,52
28/out	3,40	12,50	0,27	0,27	0,52
29/out	0,00	12,50	0,00	0,27	0,52
30/out	0,00	12,50	0,00	0,27	0,52
31/out	2,00	12,50	0,16	0,27	0,52
01/nov	11,10	13,20	0,84	0,27	0,52
02/nov	6,50	13,20	0,49	0,27	0,52
03/nov	9,30	13,20	0,70	0,27	0,52
04/nov	10,90	13,20	0,83	0,27	0,52
05/nov	7,30	13,20	0,55	0,27	0,52
06/nov	7,10	13,20	0,54	0,27	0,52
07/nov	9,40	13,20	0,71	0,27	0,52
08/nov	11,00	13,20	0,83	0,27	0,52
09/nov	9,20	13,20	0,70	0,27	0,52
10/nov	7,90	13,20	0,60	0,27	0,52
11/nov	10,00	13,20	0,76	0,27	0,52
12/nov	10,40	13,20	0,79	0,27	0,52
13/nov	10,00	13,20	0,76	0,27	0,52
14/nov	0,00	13,20	0,00	0,27	0,52
15/nov	0,90	13,20	0,07	0,27	0,52
16/nov	6,00	13,20	0,45	0,27	0,52
17/nov	8,20	13,20	0,62	0,27	0,52
18/nov	0,70	13,20	0,05	0,27	0,52
19/nov	0,00	13,20	0,00	0,27	0,52
20/nov	0,70	13,20	0,05	0,27	0,52
21/nov	2,60	13,20	0,20	0,27	0,52
22/nov	0,00	13,20	0,00	0,27	0,52
23/nov	0,00	13,20	0,00	0,27	0,52
24/nov	5,60	13,20	0,42	0,27	0,52
25/nov	3,70	13,20	0,28	0,27	0,52
26/nov	5,20	13,20	0,39	0,27	0,52
27/nov	2,00	13,20	0,15	0,27	0,52
28/nov	1,70	13,20	0,13	0,27	0,52
29/nov	0,00	13,20	0,00	0,27	0,52
30/nov	7,60	13,20	0,58	0,27	0,52
01/dez	5,10	13,30	0,38	0,27	0,52
02/dez	8,10	13,30	0,61	0,27	0,52
03/dez	11,60	13,30	0,87	0,27	0,52
04/dez	11,10	13,30	0,83	0,27	0,52
05/dez	9,60	13,30	0,72	0,27	0,52
06/dez	1,70	13,30	0,13	0,27	0,52
07/dez	5,20	13,30	0,39	0,27	0,52
08/dez	8,30	13,30	0,62	0,27	0,52
09/dez	3,10	13,30	0,23	0,27	0,52
10/dez	6,10	13,30	0,46	0,27	0,52
11/dez	7,00	13,30	0,53	0,27	0,52
12/dez	9,20	13,30	0,69	0,27	0,52
13/dez	9,50	13,30	0,71	0,27	0,52
14/dez	6,10	13,30	0,46	0,27	0,52
15/dez	6,90	13,30	0,52	0,27	0,52

DATA	Insolação (n)	n/N	a	b
16/dez	5,50	13,30	0,41	0,27
17/dez	3,20	13,30	0,24	0,27
18/dez	1,10	13,30	0,08	0,27
19/dez	7,70	13,30	0,58	0,27
20/dez	8,30	13,30	0,62	0,27
21/dez	5,60	13,30	0,42	0,27
22/dez	0,00	13,30	0,00	0,27
23/dez	0,20	13,30	0,02	0,27
24/dez	8,00	13,30	0,60	0,27
25/dez	2,20	13,30	0,17	0,27
26/dez	0,90	13,30	0,07	0,27
27/dez	0,40	13,30	0,03	0,27
28/dez	1,60	13,30	0,12	0,27
29/dez	8,30	13,30	0,62	0,27
30/dez	9,80	13,30	0,74	0,27
31/dez	9,30	13,30	0,70	0,27
01/jan	0,00	13,20	0,00	0,27
02/jan	1,60	13,20	0,12	0,27
03/jan	3,30	13,20	0,25	0,27
04/jan	2,90	13,20	0,22	0,27
05/jan	10,00	13,20	0,76	0,27
06/jan	9,40	13,20	0,71	0,27
07/jan	10,00	13,20	0,76	0,27
08/jan	9,70	13,20	0,73	0,27
09/jan	4,10	13,20	0,31	0,27
10/jan	11,20	13,20	0,85	0,27
11/jan	8,40	13,20	0,64	0,27
12/jan	6,60	13,20	0,50	0,27
13/jan	11,10	13,20	0,84	0,27
14/jan	11,30	13,20	0,86	0,27
15/jan	12,20	13,20	0,92	0,27
16/jan	11,80	13,20	0,89	0,27
17/jan	7,40	13,20	0,56	0,27
18/jan	8,00	13,20	0,61	0,27
19/jan	8,80	13,20	0,67	0,27
20/jan	9,00	13,20	0,68	0,27
21/jan	5,80	13,20	0,44	0,27
22/jan	2,50	13,20	0,19	0,27

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink

DATA	Rad total-Rt(cal/cm2dia)	Rs - (cal/cm2dia)	Rs (mm/dia)	Temperatura (CELSIUS)
23/out	897,00	656,39	11,13	23,2
24/out	897,00	544,44	9,23	23,4
25/out	897,00	272,04	4,61	23,0
26/out	897,00	369,06	6,26	22,7
27/out	897,00	253,38	4,29	20,8
28/out	897,00	369,06	6,26	21,0
29/out	897,00	242,19	4,10	19,6
30/out	897,00	242,19	4,10	17,4
31/out	897,00	316,82	5,37	20,3
01/nov	968,00	684,64	11,60	23,6
02/nov	968,00	509,23	8,63	23,8
03/nov	968,00	616,00	10,44	23,8
04/nov	968,00	677,01	11,47	25,4
05/nov	968,00	539,73	9,15	24,7
06/nov	968,00	532,11	9,02	25,1
07/nov	968,00	619,81	10,51	23,5
08/nov	968,00	680,83	11,54	23,7
09/nov	968,00	612,19	10,38	24,1
10/nov	968,00	562,61	9,54	24,0
11/nov	968,00	642,69	10,89	24,5
12/nov	968,00	657,95	11,15	25,4
13/nov	968,00	642,69	10,89	24,5
14/nov	968,00	261,36	4,43	20,6
15/nov	968,00	295,68	5,01	21,2
16/nov	968,00	490,16	8,31	22,7
17/nov	968,00	574,05	9,73	24,0
18/nov	968,00	288,05	4,88	24,0
19/nov	968,00	261,36	4,43	19,5
20/nov	968,00	288,05	4,88	18,2
21/nov	968,00	360,51	6,11	17,5
22/nov	968,00	261,36	4,43	17,6
23/nov	968,00	261,36	4,43	16,7
24/nov	968,00	474,91	8,05	18,1
25/nov	968,00	402,45	6,82	19,1
26/nov	968,00	459,65	7,79	20,3
27/nov	968,00	337,63	5,72	19,8
28/nov	968,00	326,19	5,53	20,6
29/nov	968,00	261,36	4,43	20,4
30/nov	968,00	551,17	9,34	23,1
01/dez	991,00	465,17	7,88	22,4
02/dez	991,00	581,41	9,85	23,0
03/dez	991,00	717,02	12,15	23,0
04/dez	991,00	697,65	11,82	23,3
05/dez	991,00	639,53	10,84	23,2
06/dez	991,00	333,44	5,65	22,2
07/dez	991,00	469,05	7,95	22,2
08/dez	991,00	589,16	9,99	21,7
09/dez	991,00	387,68	6,57	21,9
10/dez	991,00	503,92	8,54	22,5
11/dez	991,00	538,79	9,13	22,6
12/dez	991,00	624,03	10,58	23,6
13/dez	991,00	635,66	10,77	23,2
14/dez	991,00	503,92	8,54	23,7
15/dez	991,00	534,92	9,07	23,4

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Maklink

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink				
DATA	Rad. total-Rt(cal/cm2dia)	Rs - (cal/cm2dia)	Rs (mm/dia)	Temperatura (CELSIUS)
16/dez	991,00	480,67	8,15	23,9
17/dez	991,00	391,56	6,64	22,4
18/dez	991,00	310,19	5,26	21,5
19/dez	991,00	565,91	9,59	22,2
20/dez	991,00	589,16	9,99	22,7
21/dez	991,00	484,55	8,21	23,7
22/dez	991,00	267,57	4,54	20,9
23/dez	991,00	275,32	4,67	20,9
24/dez	991,00	577,54	9,79	22,9
25/dez	991,00	352,81	5,98	23,2
26/dez	991,00	302,44	5,13	21,1
27/dez	991,00	283,07	4,80	20,4
28/dez	991,00	329,56	5,59	22,3
29/dez	991,00	589,16	9,99	23,5
30/dez	991,00	647,28	10,97	23,9
31/dez	991,00	627,91	10,64	24,3
01/jan	991,00	267,57	4,54	21,7
02/jan	991,00	330,03	5,59	22,6
03/jan	991,00	396,40	6,72	22,6
04/jan	991,00	380,78	6,45	22,3
05/jan	991,00	657,96	11,15	23,6
06/jan	991,00	634,54	10,75	24,0
07/jan	991,00	657,96	11,15	25,0
08/jan	991,00	646,25	10,95	25,0
09/jan	991,00	427,63	7,25	25,0
10/jan	991,00	704,81	11,95	25,6
11/jan	991,00	595,50	10,09	25,0
12/jan	991,00	525,23	8,90	23,5
13/jan	991,00	700,91	11,88	25,2
14/jan	991,00	708,72	12,01	24,4
15/jan	991,00	743,85	12,61	25,1
16/jan	991,00	728,23	12,34	25,9
17/jan	991,00	556,46	9,43	25,7
18/jan	991,00	579,89	9,83	25,2
19/jan	991,00	611,12	10,36	24,2
20/jan	991,00	618,92	10,49	23,6
21/jan	991,00	494,00	8,37	23,9
22/jan	991,00	365,17	6,19	21,2

DATA	Temperatura (KELVIN)	es (mmhg)	Delta (mmhg/graus C)	Gama (mmhggrausC)
23/out	296,35	21,32	1,289	0,50
24/out	296,55	21,58	1,303	0,50
25/out	296,15	21,07	1,276	0,50
26/out	295,85	20,69	1,256	0,50
27/out	293,95	18,42	1,135	0,50
28/out	294,15	18,65	1,147	0,50
29/out	292,75	17,11	1,064	0,50
30/out	290,55	14,90	0,943	0,50
31/out	293,45	17,86	1,104	0,50
01/nov	296,75	21,85	1,317	0,50
02/nov	296,95	22,11	1,331	0,50
03/nov	296,95	22,11	1,331	0,50
04/nov	298,55	24,33	1,447	0,50
05/nov	297,85	23,34	1,395	0,50
06/nov	298,25	23,90	1,425	0,50
07/nov	296,65	21,71	1,310	0,50
08/nov	296,85	21,98	1,324	0,50
09/nov	297,25	22,51	1,352	0,50
10/nov	297,15	22,38	1,345	0,50
11/nov	297,65	23,06	1,380	0,50
12/nov	298,55	24,33	1,446	0,50
13/nov	297,65	23,06	1,380	0,50
14/nov	293,75	18,20	1,123	0,50
15/nov	294,35	18,88	1,160	0,50
16/nov	295,85	20,69	1,256	0,50
17/nov	297,15	22,38	1,345	0,50
18/nov	297,15	22,38	1,345	0,50
19/nov	292,65	17,00	1,058	0,50
20/nov	291,35	15,67	0,985	0,50
21/nov	290,65	15,00	0,946	0,50
22/nov	290,75	15,09	0,953	0,50
23/nov	289,85	14,26	0,907	0,50
24/nov	291,25	15,58	0,981	0,50
25/nov	292,25	16,58	1,035	0,50
26/nov	293,45	17,86	1,105	0,50
27/nov	292,95	17,32	1,076	0,50
28/nov	293,75	18,20	1,123	0,50
29/nov	293,55	17,97	1,111	0,50
30/nov	296,25	21,20	1,283	0,50
01/dez	295,55	20,32	1,236	0,50
02/dez	296,15	21,07	1,276	0,50
03/dez	296,15	21,07	1,276	0,50
04/dez	296,45	21,45	1,296	0,50
05/dez	296,35	21,32	1,289	0,50
06/dez	295,35	20,07	1,223	0,50
07/dez	295,35	20,07	1,223	0,50
08/dez	294,85	19,47	1,191	0,50
09/dez	295,05	19,71	1,204	0,50
10/dez	295,65	20,44	1,243	0,50
11/dez	295,75	20,57	1,250	0,50
12/dez	296,75	21,85	1,317	0,50
13/dez	296,35	21,32	1,289	0,50
14/dez	296,85	21,98	1,324	0,50
15/dez	296,55	21,58	1,303	0,50

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink				
DATA	Temperatura (KELVIN)	es (mmhg)	Delta (mmhg/graus C)	Gama (mmhggrausC)
16/dez	297,05	22,24	1,338	0,50
17/dez	295,55	20,32	1,237	0,50
18/dez	294,65	19,23	1,179	0,50
19/dez	295,35	20,07	1,223	0,50
20/dez	295,85	20,69	1,256	0,50
21/dez	296,85	21,98	1,324	0,50
22/dez	294,05	18,54	1,141	0,50
23/dez	294,05	18,54	1,141	0,50
24/dez	296,05	20,94	1,269	0,50
25/dez	296,35	21,32	1,289	0,50
26/dez	294,25	18,77	1,154	0,50
27/dez	293,55	17,97	1,111	0,50
28/dez	295,45	20,19	1,229	0,50
29/dez	296,65	21,71	1,310	0,50
30/dez	297,05	22,24	1,338	0,50
31/dez	297,45	22,79	1,367	0,50
01/jan	294,85	19,47	1,191	0,50
02/jan	295,75	20,57	1,250	0,50
03/jan	295,75	20,57	1,250	0,50
04/jan	295,45	20,19	1,229	0,50
05/jan	296,75	21,85	1,317	0,50
06/jan	297,15	22,38	1,345	0,50
07/jan	298,15	23,76	1,417	0,50
08/jan	298,15	23,76	1,417	0,50
09/jan	298,15	23,76	1,417	0,50
10/jan	298,75	24,62	1,461	0,50
11/jan	298,15	23,76	1,417	0,50
12/jan	296,65	21,71	1,310	0,50
13/jan	298,35	24,04	1,431	0,50
14/jan	297,55	22,92	1,374	0,50
15/jan	298,25	23,90	1,424	0,50
16/jan	299,05	25,06	1,484	0,50
17/jan	298,85	24,76	1,469	0,50
18/jan	298,35	24,04	1,432	0,50
19/jan	297,35	22,65	1,359	0,50
20/jan	296,75	21,85	1,317	0,50
21/jan	297,05	22,24	1,338	0,50
22/jan	294,35	18,88	1,600	0,50

ETM - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Makkink			
DATA	W	ETM Makkink (mm/dia)	Média por estágio
23/out	0,72	4,77	3,21
24/out	0,72	3,95	
25/out	0,72	1,90	
26/out	0,72	2,61	
27/out	0,69	1,70	
28/out	0,70	2,54	
29/out	0,68	1,58	
30/out	0,65	1,52	
31/out	0,69	2,13	
01/nov	0,72	5,01	
02/nov	0,73	3,71	
03/nov	0,73	4,51	
04/nov	0,74	5,08	
05/nov	0,74	3,99	
06/nov	0,74	3,95	3,36
07/nov	0,72	4,52	
08/nov	0,73	4,99	
09/nov	0,73	4,50	
10/nov	0,73	4,12	
11/nov	0,73	4,76	
12/nov	0,74	4,93	
13/nov	0,73	4,76	
14/nov	0,69	1,75	
15/nov	0,70	2,02	
16/nov	0,72	3,50	
17/nov	0,73	4,21	
18/nov	0,73	2,05	
19/nov	0,68	1,71	
20/nov	0,66	1,86	
21/nov	0,65	2,32	
22/nov	0,66	1,65	
23/nov	0,64	1,62	
24/nov	0,66	3,13	
25/nov	0,67	2,69	
26/nov	0,69	3,15	
27/nov	0,68	2,26	
28/nov	0,69	2,21	
29/nov	0,69	1,74	
30/nov	0,72	3,98	
01/dez	0,71	3,30	
02/dez	0,72	4,20	
03/dez	0,72	5,21	
04/dez	0,72	5,08	
05/dez	0,72	4,64	
06/dez	0,71	2,33	3,30
07/dez	0,71	3,32	
08/dez	0,70	4,17	
09/dez	0,71	2,71	
10/dez	0,71	3,60	
11/dez	0,71	3,86	
12/dez	0,72	4,56	
13/dez	0,72	4,62	
14/dez	0,73	3,66	
15/dez	0,72	3,88	

DATA	W	ETM Makink (mm/dia)	Média por estágio
16/dez	0,73	3,50	
17/dez	0,71	2,76	
18/dez	0,70	2,13	
19/dez	0,71	4,03	
20/dez	0,72	4,24	
21/dez	0,73	3,52	
22/dez	0,70	1,80	
23/dez	0,70	1,86	
24/dez	0,72	4,16	
25/dez	0,72	2,51	
26/dez	0,70	2,06	
27/dez	0,69	1,90	3,73
28/dez	0,71	2,30	
29/dez	0,72	4,29	
30/dez	0,73	4,75	
31/dez	0,73	4,63	
01/jan	0,70	1,83	
02/jan	0,71	2,32	
03/jan	0,71	2,81	
04/jan	0,71	2,68	
05/jan	0,72	4,81	
06/jan	0,73	4,66	
07/jan	0,74	4,91	
08/jan	0,74	4,82	
09/jan	0,74	3,15	
10/jan	0,75	5,31	
11/jan	0,74	4,43	
12/jan	0,72	3,81	
13/jan	0,74	5,25	4,55
14/jan	0,73	5,25	
15/jan	0,74	5,57	
16/jan	0,75	5,51	
17/jan	0,75	4,17	
18/jan	0,74	4,32	
19/jan	0,73	4,50	
20/jan	0,72	4,52	
21/jan	0,73	3,60	
22/jan	0,76	2,76	