

14006
CPAO
1985
FL-PP-14006

ISSN 0102-6651

AGRICULTURA - MA



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados - UEPAE de Dourados

DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO
POTENCIAL DECENDIAL DE DOURADOS, MS,
POR MEIO DE MÉTODOS INDIRETOS

Determinação da ...

1985

FL-PP-14006

DOURADOS, MS
1985



AI-SEDE- 45989-1



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados - UEPAE de Dourados

DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DECENAL DE DOURADOS, MS,
POR MEIO DE MÉTODOS INDIRETOS

José Aguilard.

José Mauro Kruker

Rinaldo de Oliveira Calheiros

Cláudio Alberto Souza da Silva

EMBRAPA-UEPAE de Dourados. Documentos, 16.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-UEPAE de Dourados
Rodovia Dourados-Caarapó, km 5
Caixa Postal 661
Telefone: (067) 421-5521*
Telex: (067) 2310
79800 - Dourados, MS

Tiragem: 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

Geraldo Augusto de Melo Filho (Presidente)
Cayo Mario Tavella
Cláudio Alberto Souza da Silva
Eli de Lourdes Vasconcelos
Francisco Marques Fernandes
Sérgio Arce Gomez

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unida
de de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual
de Dourados, MS.

Determinação da evapotranspiração potencial de
cendial de Dourados, MS, por meio de métodos indi
retos por José Aguilar D. e outros. Dourados, 1985.
35p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Documentos, 16).

1. Evapotranspiração-Determinação-Métodos-Brasil-
Mato Grosso do Sul-Dourados. I. Aguilar D. José.
II. Título. III. Série.

CDD 551.572098172

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. GENERALIDADES.....	8
3. METODOLOGIA.....	8
3.1. Seleção de fórmulas empíricas.....	8
3.1.1. Fórmula de Penman.....	9
3.1.2. Fórmula de Jensen e Haise.....	12
3.1.3. Fórmula de Blaney e Criddle.....	12
3.1.4. Fórmula de Hargreaves.....	13
3.2. Análise e ordenação de dados.....	13
4. CÁLCULOS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL.....	14
5. RESULTADOS.....	14
6. UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....	15
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

APRESENTAÇÃO

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se visem a máxima produção e boa qualidade do produto, usando de maneira eficiente a água, requer conhecimento das relações entre solo-água-clima-planta e manejo da irrigação. Dentro deste contexto, um dos pontos fundamentais é a determinação da água necessária para as culturas, ou seja, a quantidade de água requerida, em determinado período de tempo, para o seu normal crescimento, sob as condições edafo-climáticas de onde está sendo cultivada. Esta é expressa pela evapotranspiração da cultura, que por sua vez pode ser estimada, calculando-se a evapotranspiração potencial (parâmetro de referência) de uma determinada região.

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma metodologia para calcular, numa primeira aproximação, a evapotranspiração potencial, sendo que os dados médios aqui obtidos são válidos para as áreas próximas a sede da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (UEPAE de Dourados), com um raio de abrangência de aproximadamente 50 km.

Olavo Roberto Sonogo
Chefe da UEPAE de Dourados

**DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DECENDIAL DE
DOURADOS, MS, POR MEIO DE MÉTODOS INDIRETOS**

José Aguilar D.¹

José Mauro Kruker²

Rinaldo de Oliveira Calheiros³

Cláudio Alberto Souza da Silva⁴

1. INTRODUÇÃO

Quando numa área ou localidade não existem informações da evapotranspiração potencial medida ou calculada, com relativo grau de confiança, esta poderá ser estimada de forma indireta a partir dos dados meteorológicos registrados nas estações agrometeorológicas correspondentes.

Para realizar os cálculos da evapotranspiração potencial (ETP), existem diversos métodos, entre os quais podem-se destacar: baseado no balanço hídrico, baseado no balanço da energia, aerodinâmico e de correlação turbulenta, combinado de Penman e empíricos, sendo os dois últimos os mais conhecidos e utilizados.

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma metodologia para calcular, numa primeira aproximação, a evapotranspiração potencial. Foram utilizados o método de Penman e outros métodos empíricos mais adequados à região de Dourados como os de Jensen e Haise, Blaney e Criddle e Hargreaves, em função dos dados climáticos registrados na estação agroclimatológica da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (UEPAE de Dourados), estado de Mato Grosso do Sul. Os dados registrados e analisados.

¹ Eng.-Agr., M.Sc. do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), a disposição da EMBRAPA-UEPAE de Dourados, Caixa Postal 661, 79800 - Dourados, MS.

² Assistente Executivo da EMBRAPA-UEPAE de Dourados.

³ Eng.-Agr., M.Sc. da EMPAER a disposição da EMBRAPA-UEPAE de Dourados.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc. da EMBRAPA-UEPAE de Dourados.

sados foram: pressão barométrica, temperaturas máxima, mínima e média, umidade relativa do ar, insolação, velocidade do vento, evaporação Pichê, precipitação e nebulosidade. O período considerado foi de 1980 a 1984, do qual existem informações diárias. As outras informações necessárias e não registradas na estação, foram obtidas, por extrapolação, a partir de dados contidos em documentos técnicos especializados (Jensen 1973, Hargreaves 1974 e Doorenbos & Pruitt 1980).

A evapotranspiração média determinada nesta pesquisa, é válida para as áreas próximas à sede da estação agrometeorológica da UEPAE de Dourados e com raio de abrangência de aproximadamente 50 km, podendo ser utilizada na elaboração de projetos de pesquisa de irrigação, de desenvolvimento de irrigação e de manejo de bacias hidrográficas.

2. GENERALIDADES

A metodologia desenvolvida neste trabalho considera que os resultados de cálculos indiretos da evapotranspiração potencial, obtidos por quaisquer dos métodos referidos anteriormente, devem ser corrigidos a partir dos dados obtidos por medição direta no campo, nos locais de estudo. Desta maneira obtem-se os denominados coeficientes de correção para as fórmulas utilizadas e assim, estas terão validade somente para o local. No entanto, às mesmas poderão ser utilizadas noutras áreas próximas que tenham características climáticas e solos muito semelhantes. Quando não existe informação de evapotranspiração potencial medida, numa primeira aproximação pode-se estimar a mesma, a partir do valor médio da ETP, que é obtido na base dos valores dos dados da ETP calculados por meio de fórmulas empíricas. Desta maneira, considera-se que os valores médios assim obtidos, estejam próximos da realidade.

3. METODOLOGIA

3.1. Seleção de fórmulas empíricas

Com o propósito de realizar os cálculos da ETP em forma decenal, foram selecionadas quatro fórmulas: as de Penman, Jensen e Haise, Blaney e Criddle e Hargreaves. Na seleção das mesmas foram considerados os elementos meteorológicos utilizados em cada fórmula, em função dos dados registrados na estação agrometeorológica da UEPAE de Dourados. Também foi considerada a facilidade de uso das equações, por serem as mais conhecidas. No caso da equação de Penman, considerou-se, que os resultados obtidos com este método podem ser os mais próximos da realidade, porque na mesma são utilizados mais dados meteorológicos que nas outras equações.

3.1.1. Fórmula de Penman

Berlato & Molion (1981), citam que este método combina o balanço de energia com a aproximação aerodinâmica, sendo desenvolvido por Penman e publicado pela primeira vez em 1948. Desde essa época, tem sido modificado pelo próprio Penman e por diversos outros pesquisadores. Uma das principais vantagens do método foi a eliminação da necessidade de medidas de superfície, não disponíveis em estações meteorológicas comuns e também difíceis de serem obtidas com a exatidão requerida.

Para a estimativa da evapotranspiração, a fórmula de Penman considera os dados de radiação solar, temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento e, em alguns dos casos, a evaporação Piché. Na ausência de medições locais do saldo da radiação solar (Rn), condição mais frequente, este parâmetro pode ser estimado através de fórmulas empíricas. A equação geral de Penman é a seguinte:

$$ETP = \frac{\frac{\Delta}{\gamma} \cdot \frac{Rn}{59} + Eat}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1} \dots\dots\dots (1)$$

Para utilizar esta equação geral é necessário o desenvolvimento das seguintes equações parciais:

$$R_n = R_s (1 - a) - \sigma T_a^4 (0,56 - 0,092 \sqrt{e_d})$$

$$(0,1 + 0,90 \frac{n}{N}) \dots \dots \dots (1.1)$$

$$R_s = R_a (0,26 + 0,49 \frac{n}{N}) \dots \dots \dots (1.2)$$

$$E_{at} = 0,35 (e_a - e_d) (1 + 0,54 U_2) \dots \dots \dots (1.3)$$

$$E_{at} = 0,15 E + 0,11 \dots \dots \dots (1.4)$$

$$(e_a - e_d) = \frac{e_{a_1} + e_{a_2}}{2} - e_d \dots \dots \dots (1.5)$$

$$e_{ax} = 33,8639 [(0,00738 T_x + 0,8072)^8 -$$

$$- 0,000019 (1,8 T_x + 48) + 0,001316] \dots \dots \dots (1.6)$$

$$T_d = T_c - \{ (14,55 + 0,114 T_c) (1 - \frac{UR}{100}) + [(2,5 + 0,007 T_c)$$

$$(1 - \frac{UR}{100})]^3 + (15,9 + 0,117 T_c) (1 - \frac{UR}{100})^{14} \} \dots \dots \dots (1.7)$$

$$\Delta = 33,8639 [0,05904 (0,00738 T_c + 0,8072)^7 -$$

$$- (0,0000342)] \dots \dots \dots (1.8)$$

$$\lambda = 595,9 - 0,55 T_c \dots \dots \dots (1.9)$$

$$\gamma = \frac{C_p \cdot PB}{0,622 \lambda} = 0,3875 \frac{PB}{(595,9 - 55 T_c)} \dots \dots \dots (1.10)$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{\log. (h/2)}{\log. (h_a/2)} \dots \dots \dots (1.11)$$

Onde:

- ETP = Evapotranspiração diária (mm . dia⁻¹)
- Δ = Coeficiente angular da curva que relaciona pressão de saturação do vapor e temperatura (mb . °C⁻¹)
- γ = Constante psicrométrica (mb . °C⁻¹)
- Rn = Saldo de radiação (cal . cm⁻² . dia⁻¹)
- Eat = Poder evaporante do ar (mm . dia⁻¹)

Quando se dispõe de informações de velocidade do vento e pressão de saturação do vapor, utilizar a equação 1.3; no caso de esta rem disponíveis somente dados de evaporação de Piché, utilizar a equação 1.4.

- Rs = Radiação solar incidente ou radiação global
(cal . cm⁻² . dia⁻¹)
- Ra = Radiação solar no topo da atmosfera (cal . cm⁻² . dia⁻¹), Tabela 1
- n = Número de horas de sol medidas (hora)
- N = Número máximo de horas diárias de sol (horas), Tabela 1
- E = Evaporação segundo o evaporímetro de Piché (mm . dia⁻¹)
- (ea - ed) = Déficit de saturação do ar (mm Hg)
- ea = Pressão de saturação do vapor à temperatura média do ar
(mm Hg)
- ea₁ = Pressão de saturação do vapor à temperatura máxima do ar
(mm Hg)
- ea₂ = Pressão de saturação do vapor à temperatura mínima do ar
(mm Hg)
- ed = Pressão de saturação do vapor à temperatura do ponto de orvalho (mm Hg)
- U₂ = Velocidade do vento registrada a 2 m de altura (m/s)
- eax = Expressão geral para calcular a pressão de saturação do vapor (mb) à temperatura "x" do ar entre - 51°C e 54°C. Para a conversão da pressão expressa em mb à pressão expressa em mm Hg, aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{mm Hg} = \frac{\text{mb}}{1,333}$$

- Td = Temperatura do ponto de orvalho (°C)
- Tc = Temperatura média do ar (°C)
- UR = Umidade relativa média do ar (%)
- PB = Pressão atmosférica (mb)
- Cp = Calor específico do ar a pressão constante
(cal . gr⁻¹ . °C⁻¹); para os cálculos deste trabalho considerou-se: Cp = 0,242
- λ = Calor latente de evaporação da água (cal . gr⁻¹)
- a = Albedo; para efeitos deste trabalho considerou-se: a = 0,15
- σ = Constante de Stefan - Boltzman:
(1,171 x 10⁻¹⁰ cal . cm⁻² . °K⁻¹ . dia⁻¹)

Ta = Temperatura absoluta do ar expressa em graus Kelvin;

$$Ta = ^\circ C + 273,15$$

U₁ = Velocidade do vento registrada a uma altura qualquer (ha),
(m/s)

h = Altura para a qual deseja-se reduzir a velocidade do vento
U₁ (cm)

ha = Altura na qual foi registrada a velocidade do vento
U₁ (cm)

Para realizar o cálculo da ETP considerou-se necessária a utilização de todas as fórmulas complexas anteriores, com o propósito de evitar o uso de tabelas pré-calculadas, que de alguma forma podem afetar negativamente a aproximação dos resultados.

3.1.2. Fórmula de Jensen e Haise

Jensen e Haise (Jensen 1973), apresentaram um método baseado na temperatura média do ar e radiação solar, cuja equação expressa em unidades métricas é a seguinte:

$$ETP = (0,78 + 0,252 Tc) \left(\frac{RS}{595,9 - 0,55 Tc} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Onde:

ETP = Evapotranspiração potencial (mm . dia⁻¹)

Tc = Temperatura média do ar (°C)

RS = Radiação global (cal . cm⁻² . dia⁻¹). Utilizar a equação 1.2 descrita no método de Penman.

3.1.3. Fórmula de Blaney e Criddle

Esta equação apresentada em 1952, foi desenvolvida na região semi-árida dos Estados Unidos (Novo México e Texas).

$$ETP = P (0,45 Tc + 8,13) \dots\dots\dots (3)$$

Onde:

ETP = Evapotranspiração potencial (mm . dia⁻¹)

P = Percentagem média diária de horas diurnas, em relação as horas totais anuais (%)

Tc = Temperatura média do ar (°C). Média aritmética entre as temperaturas máximas e mínimas.

3.1.4. Fórmula de Hargreaves

Esta fórmula foi utilizada por Hargreaves (1974), para calcular a evapotranspiração potencial e as necessidades de irrigação para o Nordeste do Brasil. Nesta equação consideram-se informações de temperatura, umidade relativa do ar e um fator de radiação solar. A expressão geral é a seguinte:

$$ETP = MF \cdot TF \cdot CH \dots\dots\dots (4)$$

$$TF = 32 + 1,8 Tc \dots\dots\dots (4.1)$$

$$CH = 0,158 (100 - \overline{UR})^{1/2} \dots\dots\dots (4.2)$$

Onde:

- ETP = Evapotranspiração potencial (mm . dia⁻¹)
- MF = Fator de radiação solar, em função da latitude geográfica, expressa em (mm . dia⁻¹), Tabela 2
- TF = Temperatura média do ar (°F)
- Tc = Temperatura média do ar (°C)
- CH = Fator de umidade relativa
- UR = Umidade relativa média diária do ar (%)

3.2. Análise e ordenação de dados

Para o período de 1980 a 1984, foram analisadas e ordenadas em forma decendial as informações meteorológicas diárias registradas na Estação da UEPAE de Dourados. Com a finalidade de facilitar o trabalho de análise das informações, preparou-se um programa em linguagem BASIC, para microcomputador. Logo após para cada mês calculou-se um valor médio diário para cada decêndio, obtendo-se desta forma, quinze valores decendiais mensais dos seguintes dados meteorológicos: pressão barométrica (PB), temperatura máxima (TM), temperatura mínima (Tm), temperatura média (T), umidade relativa (UR), precipitação (P), evaporação (EV),

insolação (IN), velocidade do vento (Vv) e percentagem média diária de horas de luz solar em relação as horas totais anuais (PH), (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1981, 1982, 1983, 1984 e 1985). Também obtiveram-se quinze valores decen diais mensais, dos dados não registrados na estação agrometeorológica e que foram determinados por interpolação a partir de tabelas, em função das coordenadas geográficas (Jensen 1973, Hargreaves 1974 e Doorenbos & Pruitt 1980) (Tabelas 1 e 2).

De maneira geral os dados meteorológicos diários registrados na estação da UEPAE de Dourados foram regulares, contínuos e de grande confiabilidade, não sendo necessário realizar correções dos mesmos.

4. CÁLCULOS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

O sistema de programas em linguagem BASIC, para microcomputador facilitou o desenvolvimento dos cálculos e garantiu a precisão na obtenção dos resultados. No mesmo foi incluído o desenvolvimento das outras fórmulas selecionadas.

Com o propósito de ter valores da ETP diários de uso prático, e para manter uma razoável aproximação com a realidade, foi obtido um valor médio decendial, a partir dos dados calculados por meio das quatro fórmulas selecionadas.

5. RESULTADOS

Nas Tabelas 3 a 14, encontram-se os valores da evapotranspiração potencial decendial e da ETP média, calculados para a estação agrometeorológica da UEPAE de Dourados. Também estão contidos nestas tabelas, os valores decenciais da radiação solar incidente (RSI), mais conhecida como radiação global (RS), calculada utilizando-se o método de Ribeiro, citado por Carmo Filho (1981).

A variação dos valores da evapotranspiração calculada pelos quatro métodos e da ETP média, encontra-se na Fig. 1. Observa-se que o período com maior evapotranspiração potencial, correspondeu aos meses de outubro a março, onde a maior ETP média mensal

ocorreu em janeiro (6,40 mm/dia). De abril a setembro os valores da ETP foram menores, sendo o mês de junho o de menor valor (2,97 mm/dia).

A Tabela 15 apresenta resultado da análise de correlação entre a evapotranspiração potencial média e os valores da ETP, calculados pelos quatro métodos expostos. Foram obtidos os seguintes coeficientes médios de variação:

- a) ETP média Vs. ETP - Penman : $\overline{CV} = 4,74 \%$
- b) ETP média Vs. ETP - Jensen-Haise : $\overline{CV} = 5,36 \%$
- c) ETP média Vs. ETP - Blaney-Criddle : $\overline{CV} = 5,76 \%$
- d) ETP média Vs. ETP - Hargreaves : $\overline{CV} = 8,58 \%$

Estes dados indicam que os resultados obtidos pelo método de Penman tiveram maior aproximação. No entanto os métodos de Jensen e Haise e Blaney e Criddle também ofereceram excelentes aproximações.

Foi definida a fórmula geral (5) obtida por regressão linear, válida para realizar os cálculos dos valores da ETP decidual média mensal, a partir dos resultados da ETP calculada por qualquer dos quatro métodos analisados, cujos coeficientes de regressão estão contidos na Tabela 15.

$$\text{Fórmula Geral: } ETPM = a + ETP (b) \dots\dots\dots (5)$$

Onde:

ETPM = Evapotranspiração potencial decidual média mensal
(mm . dia⁻¹)

ETP = Evapotranspiração potencial decidual calculada por meio de qualquer das fórmulas consideradas neste estudo
(mm . dia⁻¹)

a e b = Coeficientes de regressão linear.

6. UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados nas Tabelas 3 a 14 podem ser utilizados nas áreas próximas a estação agrometeorológica da UEPAE de

Dourados, num raio de abrangência aproximado de 50 km.

Nos casos específicos onde seja possível calcular a ETP no local, dependendo da consistência das variáveis climáticas que forem registradas nas estações meteorológicas, no raio de abrangência da estação da UEPAE de Dourados, pode-se optar por uma das seguintes alternativas:

- a) quando no local forem registrados somente os dados de temperatura média, poderá ser utilizada a fórmula de Jensen e Haise, na qual deve-se considerar os valores da radiação solar global (RS) das Tabelas 3 a 14. Com os resultados da ETP calculada por este método e em função dos meses, deverá ser estimada a evapotranspiração potencial média decenal ou mensal para o local, utilizando-se a fórmula geral (5) e os coeficientes de regressão linear (Tabela 15);
- b) quando forem registrados no local os dados de temperatura e umidade relativa do ar; pode-se optar pela utilização da fórmula de Hargreaves, na qual deve-se considerar os valores do fator de radiação solar (MF), conforme Tabela 2. Com os resultados da ETP assim calculados, e em função dos meses, deverá ser estimada a evapotranspiração potencial média decenal ou mensal para o local, utilizando-se a fórmula geral (5) e os coeficientes de regressão linear da Tabela 15;
- c) quando forem registrados no local os dados das temperaturas máximas, mínimas e médias e de insolação, pode-se optar pelo uso da fórmula de Blaney e Criddle. Uma vez calculados os valores da ETP, deverá ser calculada a evapotranspiração potencial média decenal ou mensal, seguindo-se os mesmos critérios que foram considerados nos casos anteriores;
- d) se todos os elementos necessários para calcular a ETP pela fórmula de Penman estiverem disponíveis, deve utilizar-se, preferencialmente, este método. Com os dados assim obti

dos, deverão ser determinados os valores da evapotranspi
ração potencial média decendial ou mensal, seguindo os mes
mos procedimentos considerados nos casos anteriores.

Quando forem determinados no local os valores reais da evapo
transpiração potencial, mediante o uso de lisímetro, evapotrans
pirômetro ou qualquer outro processo é conveniente realizar uma
análise de correlação entre os dados medidos no local e os dados
calculados por meio de fórmulas empíricas; pode-se então definir
uma fórmula geral, obtida por regressão linear, a qual oferecerá
maior aproximação na estimativa da ETP real para aquelas áreas
próximas ao local onde a mesma foi medida.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERLATO, M. *Análise de alguns elementos componentes do agroclí*
ma do estado do Rio Grande do Sul. Turrialba, IICA, 1970.
lv.
- BERLATTO, M.A. & MOLION, L.C.B. *Evaporação e evapotranspiração*.
Porto Alegre, IPAGRO, 1981. 95p. (IPAGRO. Boletim Técnico,
7).
- CARMO FILHO, F. do. *A determinação da radiação solar global diá*
ria através dos dados de insolação e transmissividade atmosfê
rica estimada. Piracicaba, ESALQ, 1981. 42p. Tese mestrado-
Agrometeorologia.
- CAUDURO, F.A. & BELTRAME, L.F. *Evapotranspiração média decendial*
para as regiões fisiográficas Missões, Alto Uruguai e Planalto
Médio do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, PROVÁRZEAS/
PROFIR, 1983. n.p.
- CRITCHFIELD, H.J. Energy and temperature. In: _____. *General*
climatology. 4.ed. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1983.
cap:2, p.14-41.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. *Las necesidades de agua de los culti*
vos. Roma, FAO, 1980. 194p. (FAO. Estudio. Riego y Drenaje,
24).

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. *Boletim agro meteorológico 1980*. Dourados, 1981. 47p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Boletim Agrometeorológico, 2).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. *Boletim agro meteorológico 1981*. Dourados, 1982. 44p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Boletim Agrometeorológico, 3).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. *Boletim agro meteorológico 1982*. Dourados, 1983. 44p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Boletim Agrometeorológico, 4).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. *Boletim agro meteorológico 1983*. Dourados, 1984. 50p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Boletim Agrometeorológico, 5).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. *Boletim agro meteorológico 1984*. Dourados, 1985. 50p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Boletim Agrometeorológico, 6).
- HARGREAVES, G.H. *Potential evapotranspiration and irrigation requirements for northeast Brazil*. s.l., Utah State University, 1974. 55p.
- HARGREAVES, G.H. *Water requirements manual for irrigated crops and rainfed agriculture*. s.l., Utah State University, 1977. 41p.
- JENSEN, M.E., ed. *Consumptive use of water and irrigation water requirements*. New York, American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- LINSLEY JUNIOR, R.K.; KOHLER, M.A. & PAULUS, J.L.H. El tiempo atmosférico y la hidrología. In: _____. *Hidrología para ingenieros*. 2.ed. Bogotá, Mc Graw Hill Latinoamericana, 1977. cap.2, p.7-44.

NUNES, G.S. de S.; ANDRÉ, R.G.B.; VIANELLO, R. L. & MARQUES, V. da S.
Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil.
R. bras. amaz., Viçosa, 4(2):5-30, 1979.

TABELA 1. Radiação solar (Ra) e horas máximas de brilho solar (N), em função das latitudes das estações meteorológicas. ULPAL de Dourados, MS, 1945.

Estação	Coordenadas geográficas e altitude	Radiação solar (Ra)	Número de horas de Brilho solar (N)	Meses												Total Anual
				JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEZ	
Campo Grande, MS	LAT. 20°28'S LON. 54°40'W ALT. 560 m	Ra ^a	994	942	838	746	620	561	584	692	828	906	974	1.001	145,29	
		N ^b	13,23	12,77	12,22	11,65	11,15	10,90	11,00	11,40	11,98	12,56	13,07	13,36		
Três Lagoas, MS	LAT. 20°47'S LON. 51°42'W ALT. 313 m	Ra	995	941	836	742	616	556	579	689	826	905	975	1.003	145,36	
		N	13,32	12,78	12,23	11,64	11,13	10,88	10,98	11,39	11,97	12,57	13,09	13,39		
Dourados, MS	LAT. 22°14'S LON. 54°49'W ALT. 452 m	Ra	1.000	937	826	728	599	538	561	674	816	900	977	1.008	145,36	
		N	13,36	12,84	12,24	11,63	11,06	10,77	10,90	11,33	11,96	12,62	13,16	13,49		
Ivinhema, MS	LAT. 22°19'S LON. 53°52'W ALT. 369 m	Ra	1.000	937	826	728	599	538	561	674	816	900	977	1.008	145,36	
		N	13,36	12,84	12,24	11,63	11,06	10,77	10,90	11,33	11,96	12,62	13,16	13,49		
Ponta Porã, MS	LAT. 22°32'S LON. 55°44'W ALT. 650 m	Ra	1.001	937	824	726	596	534	558	671	814	899	978	1.010	145,36	
		N	13,38	12,85	12,25	11,62	11,04	10,75	10,88	11,32	11,95	12,63	13,18	13,51		
Quatira, PR	LAT. 24°05'S LON. 54°15'W ALT. 230 m	Ra	1.006	933	814	711	577	514	538	655	804	895	981	1.016	145,41	
		N	13,49	12,91	12,26	11,61	10,97	10,64	10,79	11,26	11,84	12,67	13,25	13,62		

^a Radiação solar no topo da atmosfera: cal . cm⁻² . dia⁻¹ (obtido por interpolação de tabelas).

^b Número máximo de horas diárias de brilho solar: horas (obtido por interpolação de tabelas).

TABELA 2. Potencial de evapotranspiração, fator MF (mm . dia⁻¹), utilizada na fórmula de Hargreaves: ETP = MF . TF . CH. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Estação	Coordenadas geográficas e altitude	Meses															
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ				
Campo Grande, MS	LAT. 20°28'S																
	LON. 54°40'W	0,092	0,085	0,074	0,060	0,048	0,043	0,045	0,055	0,067	0,081	0,090	0,094				
	ALT. 560 m																
Três Lagoas, MS	LAT. 20°47'S																
	LON. 51°42'W	0,092	0,085	0,074	0,060	0,048	0,043	0,045	0,055	0,068	0,081	0,090	0,094				
	ALT. 313 m																
Dourados, MS	LAT. 22°14'S																
	LON. 54°49'W	0,093	0,085	0,072	0,059	0,047	0,041	0,044	0,054	0,067	0,081	0,091	0,095				
	ALT. 452 m																
Ivinhema, MS	LAT. 22°19'S																
	LON. 53°52'W	0,093	0,085	0,072	0,059	0,047	0,041	0,044	0,054	0,067	0,081	0,091	0,095				
	ALT. 369 m																
Ponta Porã, MS	LAT. 22°32'S																
	LON. 55°44'W	0,094	0,086	0,073	0,058	0,046	0,041	0,043	0,053	0,067	0,081	0,091	0,096				
	ALT. 650 m																
Guaira, PR	LAT. 24°05'S																
	LON. 54°15'W	0,095	0,086	0,073	0,057	0,045	0,039	0,041	0,051	0,066	0,081	0,092	0,097				
	ALT. 230 m																

TABELA 3. Radiação solar ($\text{cal. cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de janeiro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}04'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Radiação solar ($\text{cal. cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)					Evapotranspiração potencial (mm/dia)			
		PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média				
1980	1º	604,76	8,25	6,98	7,39	6,08	7,18			
	2º	622,00	8,97	7,53	8,13	6,32	7,74			
	3º	467,59	6,51	5,66	4,68	4,81	5,42			
1981	1º	487,76	6,93	6,03	5,23	5,27	5,87			
	2º	498,76	7,04	6,09	5,42	4,92	5,87			
	3º	526,27	7,18	6,47	6,04	5,20	6,22			
1982	1º	580,55	7,72	6,97	7,56	5,65	6,97			
	2º	611,00	9,02	7,79	8,51	6,83	8,04			
	3º	576,52	8,44	6,90	7,39	6,00	7,18			
1983	1º	523,34	7,43	6,50	6,85	5,29	6,52			
	2º	419,91	5,59	5,16	4,19	4,31	4,81			
	3º	503,90	6,89	6,22	6,34	4,82	6,07			
1984	1º	552,31	7,48	6,89	6,29	4,92	6,39			
	2º	586,79	8,07	7,21	6,98	5,47	6,93			
	3º	445,95	6,02	5,20	3,86	3,84	4,73			
Valores Decendiais Médios										
1980/84	1º	549,75	7,56	6,57	6,66	5,44	6,59			
	2º	547,69	7,73	6,76	6,65	5,57	6,68			
	3º	504,05	7,01	6,09	5,66	4,93	5,92			
Média		533,83	7,43	6,51	6,32	5,32	6,40			
Total/Mês		16.519	230	201	195	164	198			

TABELA 4. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de fevereiro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	521,10	7,08	6,40	6,43	4,72	6,16
	2º	550,06	7,64	6,50	7,03	4,83	6,50
	3º	363,77	5,18	4,20	2,73	3,61	3,93
1981	1º	531,11	7,38	6,64	6,86	5,00	6,47
	2º	512,16	7,81	6,29	6,28	5,19	6,39
	3º	395,23	5,64	4,58	3,43	4,40	4,51
1982	1º	444,94	6,14	5,20	4,76	4,33	5,11
	2º	454,95	6,74	5,57	5,16	4,62	5,52
	3º	454,59	6,49	5,29	5,08	4,36	5,30
1983	1º	472,83	6,09	5,52	5,86	4,18	5,41
	2º	445,29	6,39	5,40	5,41	4,06	5,32
	3º	442,08	6,52	5,48	5,34	4,20	5,38
1984	1º	528,25	7,51	6,44	6,19	4,29	6,11
	2º	565,80	7,78	6,94	7,08	4,58	6,60
	3º	556,14	8,08	6,91	6,93	5,01	6,73
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	499,65	6,84	6,04	6,02	4,51	5,85
	2º	505,65	7,27	6,14	6,19	4,66	6,07
	3º	442,36	6,38	5,29	4,70	4,32	5,17
	Média	482,55	6,83	5,82	5,64	4,49	5,70
Total/Mês		13.592	192	164	160	126	161

TABELA 5. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de março, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMERAPA-UEPAE de Dourados; latitude 22°14'S; longitude 54°44'W e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decênio dia	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	482,27	7,10	5,75	6,73	4,15	5,93
	2º	429,36	6,51	5,23	5,37	4,32	5,36
	3º	467,72	7,28	5,88	6,49	4,86	6,13
1981	1º	442,59	6,74	5,51	5,83	4,31	5,60
	2º	485,25	7,31	5,98	6,74	4,78	6,18
	3º	529,23	8,36	6,08	7,60	5,06	6,78
1982	1º	307,68	4,17	3,53	2,33	3,22	3,31
	2º	331,49	4,60	3,84	2,99	2,89	3,58
	3º	412,17	5,89	4,62	4,96	3,74	4,80
1983	1º	368,52	5,02	4,45	4,38	2,92	4,19
	2º	429,70	6,25	4,83	5,84	3,59	5,13
	3º	516,33	7,17	5,80	8,16	4,36	6,37
1984	1º	462,76	7,00	5,71	5,95	4,13	5,70
	2º	469,71	6,89	5,60	5,94	4,29	5,68
	3º	388,36	5,30	4,59	4,03	3,25	4,29
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	412,77	6,01	4,99	5,05	3,74	4,95
	2º	429,10	6,31	5,08	5,38	3,97	5,18
	3º	462,76	6,80	5,39	6,25	4,25	5,67
	Média	434,88	6,37	5,15	5,56	3,99	5,27
Total/Mês		13.509	198	160	173	124	164

TABELA 6. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de abril, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	328,53	4,95	3,73	3,60	3,07	3,84
	2º	387,73	6,35	4,30	5,12	3,36	4,78
	3º	475,15	9,06	5,47	7,54	4,39	6,62
1981	1º	492,63	8,34	5,87	8,06	4,74	6,75
	2º	414,42	6,57	4,46	5,67	4,10	5,20
	3º	357,36	6,06	3,92	4,22	3,48	4,42
1982	1º	469,01	6,92	5,35	7,58	3,94	5,95
	2º	430,37	6,40	4,47	6,27	3,34	5,12
	3º	431,59	6,14	4,62	6,36	3,48	5,15
1983	1º	413,80	5,80	4,62	6,61	3,12	5,04
	2º	352,46	5,18	4,15	4,93	3,05	4,33
	3º	320,56	4,50	3,45	3,76	2,58	3,57
1984	1º	439,57	6,05	4,57	5,68	3,36	4,92
	2º	394,79	5,46	4,42	4,96	2,86	4,43
	3º	355,83	4,88	3,68	3,81	2,89	3,81
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	428,71	6,41	4,83	6,31	3,65	5,30
	2º	395,95	5,99	4,36	5,39	3,34	4,77
	3º	388,10	6,13	4,23	5,14	3,37	4,71
	Média	404,25	6,18	4,47	5,61	3,45	4,93
Total/Mês		12.128	185	134	168	104	148

TABELA 7. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de maio, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude 22°14'S; longitude 54°44'W e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)			Evapotranspiração potencial (mm/dia)			Média
		PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES			
1980	1º	327,44	6,15	3,35	4,76	3,05	4,33	
	2º	333,54	5,35	3,89	5,24	2,87	4,34	
	3º	350,26	4,92	3,37	5,23	2,36	3,97	
1981	1º	413,95	7,36	4,65	7,71	3,41	5,78	
	2º	340,18	5,49	3,88	5,38	3,15	4,47	
	3º	382,91	6,25	4,19	6,47	3,17	5,02	
1982	1º	402,01	6,82	4,05	7,14	3,08	5,27	
	2º	332,22	5,32	3,48	5,32	2,68	4,20	
	3º	307,01	3,95	2,53	3,99	1,90	3,09	
1983	1º	346,81	5,56	4,00	6,58	2,80	4,74	
	2º	238,80	3,43	2,55	2,73	1,72	2,61	
	3º	239,07	3,08	2,18	2,49	1,55	2,32	
1984	1º	374,41	6,06	4,37	6,25	2,60	4,82	
	2º	257,65	3,48	2,40	2,53	1,72	2,53	
	3º	356,37	5,97	3,63	5,29	2,57	4,36	
Valores Decendiais Médios								
1980/84	1º	372,93	6,39	4,08	6,49	2,99	4,99	
	2º	300,48	4,61	3,24	4,24	2,43	3,63	
	3º	327,12	4,83	3,18	4,69	2,31	3,75	
	Média	333,51	5,28	3,50	5,14	2,58	4,12	
Total/Mês		10.332	163	108	159	80	127	

TABELA 8. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de junho, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude 22°14'S; longitude 54°44'W e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decênio dia	Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	Evapotranspiração potencial (mm/dia)				Média
			PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	
1980	1º	318,81	5,05	2,85	5,05	2,24	3,80
	2º	271,32	4,75	2,28	3,59	2,14	3,19
	3º	290,17	4,72	2,41	4,05	1,97	3,29
1981	1º	229,71	3,71	1,92	2,44	1,81	2,47
	2º	262,02	3,45	1,90	3,10	1,66	2,53
	3º	320,77	6,02	3,02	5,37	2,30	4,18
1982	1º	279,40	4,45	2,82	4,45	1,91	3,41
	2º	189,08	2,80	1,74	1,48	1,36	1,85
	3º	232,65	3,37	2,03	2,68	1,49	2,39
1983	1º	167,29	1,94	1,09	0,73	1,12	1,22
	2º	280,38	4,33	2,33	4,32	1,76	3,19
	3º	220,41	3,45	2,08	2,67	1,55	2,43
1984	1º	257,62	3,55	2,29	3,11	1,68	2,66
	2º	306,33	5,06	3,15	4,75	2,28	3,81
	3º	345,00	5,92	3,07	5,45	2,35	4,20
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	250,57	3,74	2,19	3,16	1,75	2,71
	2º	261,83	4,08	2,28	3,45	1,84	2,91
	3º	281,80	4,70	2,52	4,05	1,93	3,30
	Média	264,73	4,17	2,33	3,55	1,84	2,97
Total/Mês		7.942	125	70	106	55	89

TABELA 9. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de julho, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude 22°14'S; longitude 54°44'W e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	215,72	3,26	1,71	1,82	1,74	2,14
	2º	327,44	5,78	3,44	5,26	2,79	4,32
	3º	293,14	6,89	2,91	4,31	2,94	4,26
1981	1º	337,02	5,87	2,78	5,07	2,34	4,02
	2º	316,09	7,21	2,53	4,67	2,64	4,26
	3º	346,35	5,98	2,74	5,21	2,89	4,20
1982	1º	307,01	4,69	3,17	5,05	2,12	3,76
	2º	293,14	4,54	2,78	4,39	2,08	3,45
	3º	364,01	6,03	3,36	6,41	2,52	4,58
1983	1º	296,17	5,89	3,14	5,22	2,77	4,25
	2º	273,97	3,71	2,24	3,74	1,93	2,91
	3º	217,73	3,23	1,99	2,27	1,87	2,34
1984	1º	371,07	7,86	4,12	6,60	3,10	5,42
	2º	346,10	6,59	3,64	5,70	2,89	4,71
	3º	354,17	5,34	2,80	5,02	2,43	3,90
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	305,40	5,51	2,98	4,75	2,42	3,92
	2º	311,35	5,56	2,93	4,75	2,47	3,93
	3º	315,08	5,49	2,76	4,64	2,53	3,86
	Média	310,61	5,52	2,89	4,72	2,47	3,90
Total/Mês		9.633	171	89	146	77	121

TABELA 10. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de agosto, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude 22°14'S; longitude 54°44'W e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Radiação solar		Evapotranspiração potencial (mm/dia)				Média
		($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES		
1980	1º	364,71	5,62	3,35	4,54	2,85	4,09	
	2º	316,03	5,09	3,46	3,76	3,20	3,88	
	3º	293,29	5,97	2,95	3,01	3,35	3,82	
1981	1º	334,69	6,81	3,56	4,22	4,01	4,65	
	2º	337,31	5,98	3,20	4,01	3,80	4,25	
	3º	289,21	6,40	3,17	3,05	4,21	4,21	
1982	1º	236,45	3,01	2,15	1,52	2,03	2,18	
	2º	334,98	5,05	3,23	4,13	2,65	3,76	
	3º	408,43	7,16	4,66	6,68	3,63	5,53	
1983	1º	395,02	5,83	3,09	5,50	2,94	4,34	
	2º	300,87	5,67	2,90	3,60	3,36	3,88	
	3º	356,55	8,35	3,81	5,48	4,14	5,44	
1984	1º	359,17	6,92	3,83	4,55	3,45	4,69	
	2º	317,78	5,13	2,76	3,12	2,81	3,45	
	3º	355,38	5,20	2,75	3,70	2,70	3,59	
Valores Decendiais Médios								
1980/84	1º	338,01	5,64	3,20	4,07	3,05	3,99	
	2º	321,39	5,38	3,11	3,72	3,16	3,85	
	3º	340,57	6,62	3,47	4,38	3,61	4,52	
	Média	333,33	5,88	3,26	4,06	3,28	4,12	
Total/Mês		10.340	183	101	126	102	128	

TABELA 11. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de setembro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Radiação solar		Evapotranspiração potencial (mm/dia)					Média
		$(\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1})$		PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES		
1980	1º	382,66		7,43	3,86	3,82	4,86	4,99	
	2º	281,36		3,88	2,38	1,37	2,79	2,60	
	3º	459,89		7,04	4,34	5,23	4,27	5,22	
1981	1º	372,63		7,08	4,01	3,71	5,22	5,01	
	2º	369,62		8,44	3,90	3,59	5,41	5,33	
	3º	359,93		6,81	4,02	3,51	4,74	4,77	
1982	1º	487,30		6,89	5,30	6,58	4,27	5,76	
	2º	397,70		6,59	4,41	4,56	4,31	4,96	
	3º	315,46		4,74	3,18	2,39	3,52	3,46	
1983	1º	278,69		3,47	2,27	1,48	2,56	2,44	
	2º	372,63		5,12	3,38	3,82	3,11	3,86	
	3º	370,29		6,07	4,17	4,26	3,94	4,61	
1984	1º	435,82		6,70	4,60	4,78	4,65	5,18	
	2º	439,49		7,09	4,68	4,89	4,43	5,27	
	3º	493,65		7,79	4,83	5,69	4,36	5,66	
Valores Decendiais Médios									
1980/84	1º	391,42		6,32	4,01	4,07	4,31	4,68	
	2º	372,16		6,22	3,75	3,65	4,01	4,41	
	3º	399,84		6,49	4,11	4,22	4,17	4,74	
Média	387,81		6,34	3,95	3,98	4,16	4,61		
Total/Mês	11.634		190	119	119	125	138		

TABELA 12. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de outubro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	439,47	6,58	4,74	4,52	5,39	5,30
	2º	534,52	7,98	6,18	6,79	5,83	6,69
	3º	433,53	7,00	5,42	4,84	5,52	5,70
1981	1º	347,92	4,84	3,63	2,46	4,12	3,76
	2º	413,96	5,74	4,39	3,92	4,74	4,70
	3º	514,95	7,66	6,25	6,62	5,90	6,61
1982	1º	366,09	4,86	4,01	3,09	3,56	3,88
	2º	516,35	7,81	5,63	6,49	5,33	6,31
	3º	508,31	7,18	6,34	6,89	5,51	6,48
1983	1º	461,14	6,37	5,10	5,78	4,30	5,39
	2º	429,34	5,90	4,77	4,97	4,28	4,98
	3º	494,34	6,88	5,29	6,48	4,84	5,88
1984	1º	479,66	7,41	5,97	5,50	6,02	6,23
	2º	482,81	7,03	5,81	5,47	5,07	5,84
	3º	550,95	8,57	7,04	7,19	6,31	7,28
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	418,86	6,01	4,69	4,27	4,68	4,91
	2º	475,40	6,89	5,36	5,53	5,05	5,71
	3º	500,42	7,46	6,07	6,41	5,62	6,39
	Média	464,89	6,79	5,37	5,40	5,12	5,67
Total/Mês		14.447	211	167	168	159	176

TABELA 13. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de novembro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)				Evapotranspiração potencial (mm/dia)			Média
		PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES				
1980	1º	443,18	4,87	3,97	5,33	5,10			
	2º	570,51	6,78	7,00	7,06	7,37			
	3º	461,37	5,60	4,70	5,56	5,67			
1981	1º	463,19	5,57	4,73	4,90	5,47			
	2º	552,68	6,65	6,71	6,17	6,91			
	3º	523,58	6,49	6,21	6,01	6,55			
1982	1º	494,84	6,00	5,71	5,03	5,88			
	2º	425,36	5,08	4,03	3,88	4,68			
	3º	459,19	5,59	4,92	4,35	5,37			
1983	1º	505,39	5,67	6,19	5,68	6,08			
	2º	509,39	5,66	6,21	5,43	6,12			
	3º	594,88	7,09	8,58	6,45	7,67			
1984	1º	382,80	4,57	2,72	4,92	4,53			
	2º	491,20	5,94	5,02	5,21	5,76			
	3º	512,67	6,09	5,43	4,59	5,68			
Valores Decendiais Médios									
1980/84	1º	457,88	5,34	4,67	5,17	5,41			
	2º	509,83	6,02	5,79	5,55	6,17			
	3º	510,34	6,17	5,97	5,39	6,19			
Média		492,68	5,84	5,48	5,37	5,92			
Total/Mês		14.780	210	164	161	178			

TABELA 14. Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e evapotranspiração potencial (ETP) decendial do mês de dezembro, de quatro fórmulas. Estação agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; latitude $22^{\circ}14'S$; longitude $54^{\circ}44'W$ e altitude 452 m. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Ano	Decên- dio	Evapotranspiração potencial (mm/dia)					
		Radiação solar ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	PENMAN	JENSEN-HAISE	BLANEY-CRIDDLE	HARGREAVES	Média
1980	1º	639,57	9,96	7,90	8,54	7,11	8,38
	2º	540,71	8,24	6,73	6,30	6,63	6,97
	3º	486,16	6,61	5,80	5,02	4,99	5,60
1981	1º	444,05	5,75	4,99	3,92	4,29	4,74
	2º	518,38	7,04	6,33	5,77	5,35	6,12
	3º	457,96	6,12	5,46	4,35	4,70	5,16
1982	1º	557,19	7,73	6,35	6,69	5,72	6,62
	2º	377,78	4,86	4,28	2,62	3,49	3,81
	3º	539,98	7,05	6,30	6,33	5,07	6,19
1983	1º	597,10	8,35	7,32	8,59	6,42	7,67
	2º	516,18	7,37	6,31	6,56	5,70	6,48
	3º	541,08	7,08	6,41	7,04	4,99	6,38
1984	1º	518,74	7,13	6,30	5,41	5,34	6,04
	2º	505,20	6,53	5,57	4,90	4,85	5,46
	3º	428,67	5,72	5,01	3,42	4,70	4,71
Valores Decendiais Médios							
1980/84	1º	551,33	7,78	6,57	6,63	5,78	6,69
	2º	491,65	6,81	5,84	5,23	5,20	5,77
	3º	490,77	6,52	5,79	5,23	4,89	5,61
	Média	511,25	7,04	6,07	5,70	5,29	6,02
Total/Mês		15.828	218	188	176	164	186

TABELA 15. Correlação entre a evapotranspiração potencial estimada média (ETPM) e a evapotranspiração potencial (ETP) obtida por meio de fórmulas. UEPAE de Dourados, MS, 1985.

Meses	PENMAN		JENSEN-HAISE			BLANEY-CRIDDLE			HARGREAVES			
	a ^a	b ^a	a	b	CV	a	b	CV	a	b	CV	
Janeiro	- 0,73	0,96	2,68	1,51	1,22	3,16	2,10	0,68	2,70	0,02	1,20	4,45
Fevereiro	- 0,60	0,92	3,37	0,06	0,97	2,25	2,21	0,62	3,29	- 1,51	1,60	8,55
Março	- 0,37	0,88	2,78	- 1,31	1,28	3,91	1,79	0,63	4,75	- 0,27	1,39	7,57
Abril	0,40	0,73	5,72	- 1,17	1,36	4,29	1,42	0,63	5,78	- 0,05	1,44	7,96
Mai	- 0,07	0,80	5,32	- 0,49	1,32	6,19	0,89	0,63	4,96	- 0,11	1,64	8,56
Junho	- 0,14	0,76	5,00	- 0,39	1,44	7,66	0,84	0,60	4,46	- 1,08	2,20	8,19
Julho	0,64	0,59	8,04	0,22	1,27	9,59	0,92	0,63	7,82	- 0,62	1,83	9,72
Agosto	0,38	0,64	6,28	- 0,03	1,27	8,42	1,77	0,58	9,73	0,80	1,01	13,00
Setembro	0,24	0,69	7,74	0,02	1,16	7,32	2,03	0,65	10,30	0,26	1,04	12,57
Outubro	- 0,56	0,92	3,23	0,01	1,05	3,90	2,04	0,67	5,95	- 0,17	1,14	8,44
Novembro	- 1,21	1,02	3,16	- 1,11	1,20	5,22	2,62	0,60	4,51	0,88	0,94	7,97
Dezembro	- 0,53	0,93	3,46	- 1,65	1,26	2,44	2,24	0,66	4,81	- 0,38	1,21	5,94
Valores médios	-	-	4,74	-	-	5,36	-	-	5,76	-	-	8,58

^a Coeficientes de regressão linear.

^b Coeficiente de variação (%).

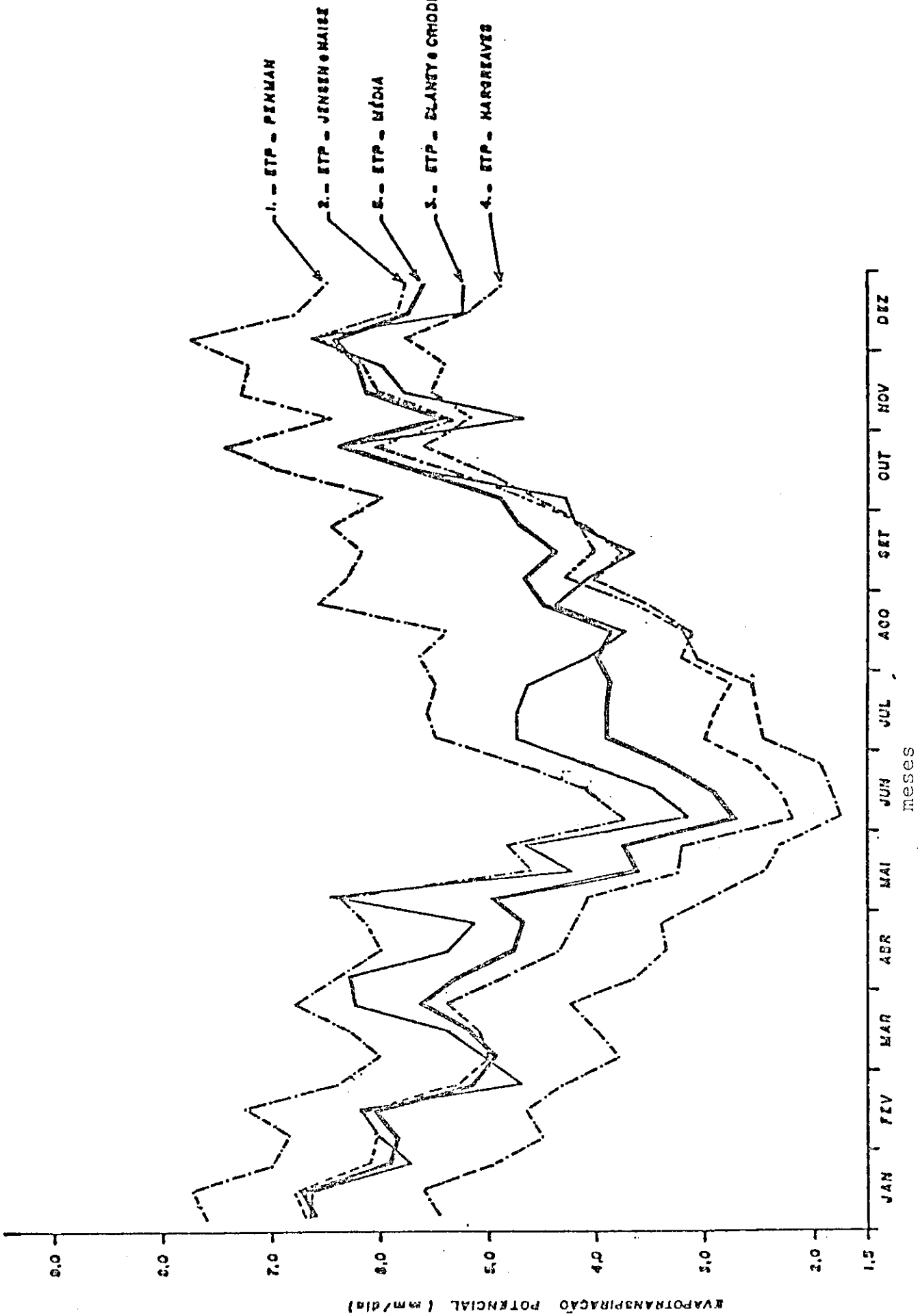


FIG. 1. Curvas de evapotranspiração potencial (ETP) decenal. Estação Agroclimatológica da EMBRAPA-UEPAE de Dourados; período de 1980 a 1984. Dourados, MS, 1985.

