



CONTROLE DA IRRIGAÇÃO EM PESQUISAS ONDE O FATOR
ÁGUA NÃO É VARIÁVEL EXPERIMENTAL¹⁾

Edson Lustosa de Possídio* e Agustin A. Millar**

1) Contribuição do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), EMBRAPA, ao Seminário de Manejo de Água realizado em Brasília entre 03 e 05 de maio de 1976.

* Eng^o Agr^o, Pesquisador em Irrigação CPATSA/ EMBRAPA, Petrolina-PE.

** Eng^o Agr^o, Ph.D., Especialista em Pesquisa em Irrigação, Projeto BRA/74/008, FAO/PNUD. CPATSA/ EMBRAPA, Petrolina-PE.



Controle da irrigação em
1976 FL - 00282



34369-1

ABSTRACT

An irrigation scheduling method based upon the water balance between evapotranspiration and soil water storage is described to control experiments in irrigated agriculture where water is not an experimental variable. This is a real need with the purpose of defining a referencial point of comparisong for all experimental work in plant breeding, soil fertility and plant nutrition, seed production, crop management, etc.

The evapotranspiration is obtained using pan evaporation data and crop coefficients.

A soil water depletion level of 40% water holding capacity is being used as a standard and reference point.

After an irrigation, by adding up the daily water consumptive use, we reach a "day" where the cumulative evapotranspiration equals the 40% water holding-capacity depletion. This marks the time for irrigation application.

An example based upon actual information is given for scheduling irrigation in tomatoes.

The described procedure is practical, simple and easily workable, and is recommended for controlling water application in experiments where water is not an experimental variable.

I N T R O D U Ç Ã O

A pesquisa em agricultura irrigada tende a ser mais completa porque além dos controles dos fatores de produção em estudo deve-se fazer um controle da irrigação. O controle da irrigação a um nível determinado é uma necessidade, com a finalidade de padronizar a pesquisa, como também definir pontos de referência que permitam fazer comparações de resultados experimentais de diferentes anos, regiões, variedades, épocas, etc.

O controle da irrigação pode ter diferentes níveis de precisão dependendo da natureza do experimento. Nos experimentos onde o fator água é uma variável experimental precisa ser controlado com maior rigor do que aqueles onde o fator água é mantido constante, isto é, a água aparece apenas como um insumo. Neste caso, o nível constante de aplicação da irrigação deve ser definido na faixa das condições de operação do produtor com a finalidade que as informações re-presentem uma situação real e tenham uma utilização imediata.

Na pesquisa com culturas irrigadas, em áreas além da linha de pesquisa de uso e manejo de água, a irrigação é uma meio para obter resultados sobre outros fatores de produção. Esta é a situação da experimentação nas linhas de pesquisas de melhoramento e produção de sementes, adubação e uso de fertilizantes e manejo da cultura (tratos culturais, tratamentos fitossanitários, sistemas de produção, etc.). Nestes casos torna-se necessário definir uma metodologia prática, simples e de fácil execução para conduzir os experimentos num nível de aproveitamento de água do solo que constitua o ponto de referência de toda a pesquisa em agricultura irrigada, além daquela da linha de uso e manejo da água.

O presente trabalho resume uma metodologia para o controle da irrigação onde o fator água não é uma variável experimental.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Conceituação

Das várias alternativas existentes, optou-se pelo Calendário de Irrigação baseado no balanço de água entre evapotranspiração da cultura e a água disponível armazenada no perfil do solo.

A evapotranspiração é obtida a partir da informação do tanque de evaporação e coeficientes de desenvolvimento da cultura (k).

A informação diária da evaporação do tanque existe ou deverá existir em todas as estações experimentais que desenvolvem pesquisas com culturas irrigadas.

O coeficiente de desenvolvimento (k) tem sido determinado em função do ciclo vegetativo para as diferentes culturas, utilizando dados de evapotranspiração obtidos mediante lisímetros, balanços de água em parcelas experimentais ou balanços de energia, e da informação da evaporação do tanque nos mesmos períodos. Dessa forma k é o resultado da relação entre estes dados, como segue:

$$k = \frac{\text{Evapotranspiração (lisímetro, balanços de água ou energia climáticas)}}{\text{Evaporação do tanque}}$$

Para o calendário de irrigação, o problema reside em definir a evapotranspiração (ET) ou uso consuntivo das plantas, o qual é feito através da relação anterior.

$$ET = k \cdot E_{\text{tanque}}$$

Na falta de coeficientes da cultura (k) determinados especificamente para o Trópico Semi-Árido, recomenda-se usar os coeficientes determinados por Hargreaves (1956 e 1976) que deverão ser substituídos a medida em que os pesquisadores determinarem os referidos coeficientes para as culturas em trabalhos experimentais sob as condições climáticas locais.

Os coeficientes k em função da porcentagem do ciclo vegetativo de diferentes culturas são apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 1 encontram-se as culturas divididas em grupos, de acordo com a sua semelhança quanto ao consumo de água. Nella, o ciclo das culturas esta dividido em faixas de 5%. De acordo com a finalidade que se vai utilizar os dados da Tabela 1, adota-se a faixa desejada: 5%, 10%, 15% ... etc.

Toma-se então o coeficiente intermediário de cada faixa, isto é, o coeficiente médio, Assim, se o ciclo for dividido em faixas de 20%, tem-se: 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Os coeficientes tomados serão os correspondentes a 10%, 30%, 50%, 70% e 90%, respectivamente.

TABELA 1. - Valores do Coeficiente k para diferentes culturas (Hargreaves, 1956 e 1976)

| % do ciclo da cultura | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D | Grupo E | Grupo F | Grupo G | Arroz |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0,20 | 0,15 | 0,12 | 0,08 | 1,00 | 0,60 | 0,55 | 0,90 |
| 10 | 0,36 | 0,27 | 0,22 | 0,15 | 1,00 | 0,60 | 0,60 | 0,92 |
| 15 | 0,50 | 0,38 | 0,30 | 0,19 | 1,00 | 0,60 | 0,65 | 0,95 |
| 20 | 0,64 | 0,48 | 0,38 | 0,27 | 1,00 | 0,60 | 0,70 | 0,98 |
| 25 | 0,75 | 0,56 | 0,45 | 0,33 | 1,00 | 0,60 | 0,75 | 1,00 |
| 30 | 0,84 | 0,63 | 0,50 | 0,40 | 1,00 | 0,60 | 0,80 | 1,03 |
| 35 | 0,92 | 0,69 | 0,55 | 0,46 | 1,00 | 0,60 | 0,85 | 1,06 |
| 40 | 0,97 | 0,73 | 0,58 | 0,52 | 1,00 | 0,60 | 0,90 | 1,08 |
| 45 | 0,99 | 0,74 | 0,60 | 0,58 | 1,00 | 0,60 | 0,95 | 1,10 |
| 50 | 1,00 | 0,75 | 0,60 | 0,65 | 1,00 | 0,60 | 1,00 | 1,10 |
| 55 | 1,00 | 0,75 | 0,60 | 0,65 | 1,00 | 0,60 | 1,00 | 1,10 |
| 60 | 0,99 | 0,74 | 0,60 | 0,77 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 1,10 |
| 65 | 0,96 | 0,72 | 0,58 | 0,82 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 1,10 |
| 70 | 0,91 | 0,68 | 0,55 | 0,88 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 1,05 |
| 75 | 0,85 | 0,64 | 0,51 | 0,90 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 1,00 |
| 80 | 0,75 | 0,56 | 0,45 | 0,90 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 0,95 |
| 85 | 0,60 | 0,45 | 0,36 | 0,80 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 0,90 |
| 90 | 0,46 | 0,35 | 0,28 | 0,70 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 0,85 |
| 95 | 0,28 | 0,21 | 0,17 | 0,60 | 1,00 | 0,60 | 1,20 | 0,80 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Grupo A: Feijão, milho, algodão, batatinha, beterraba açucareira, tomate

Grupo B: Coqueiro, oliveira, pêssigo, ameixa.

Grupo C: Melão, cenoura, videira.

Grupo D: Aspargo, aipo, linho, cevada, trigo, aveia e outros cereais menores, sorgo granífero

Grupo E: Capim pangola, trevo, fruteiras com culturas de cobertura, banana

Grupo F: Laranja, limoeiro, pomelo

Grupo G: Cana de açúcar, alfafa

2. Operacionalização do Calendário de Irrigação

Com a finalidade de operacionalizar a metodologia recomenda-se o uso da Tabela 2 no controle do Calendário de Irrigação.

A Tabela 2 contém 10 colunas com a seguinte informação:

Coluna A: Profundidade do solo, em mm, considerada para a profundidade efetiva das raízes nos diversos períodos de crescimento da cultura.

Coluna B: Porcentagem do ciclo da cultura, tomando-se como 100% o total de dias do ciclo.

Coluna C: Número de dias do ciclo.

Coluna D: Coeficientes de desenvolvimento da cultura (k).

Estes coeficientes são tomados na Tabela 1 para o porcentual desejado do ciclo da cultura.

Para se determinar estes coeficientes divide-se o ciclo da cultura em termos percentuais de acordo com o fim a que se destina o trabalho. Neste caso, a divisão do ciclo em 10 partes é satisfatório. Toma-se então os valores intermediários correspondentes a cada parte. Assim, dividindo-se o ciclo de uma cultura em 10 partes teremos: 0%, 10%, 20%, 30% ... 90% e 100%.

Aí então para o intervalo de 0 a 10%, toma-se o coeficiente correspondente a 5%, para o intervalo de 10 a 20% toma-se o coeficiente correspondente a 15%, e assim sucessivamente.

Coluna E: Evaporação do tanque, em mm.

Esta informação deverá ser coletada e anotada diariamente. Todo pesquisador envolvido em pesquisa com culturas irrigadas deverá ter essa informação no tempo adequado. Recomenda-se a colocação de um quadro negro em todas as Estações Experimentais para anotar esta informação diária de tal forma que os pesquisadores obtenham os dados com maior facilidade.

TABELA 2. - Informação para o Calendário de Irrigação.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|------------------|------------------|------------|------------------------|-------|------|------|---------|----------------------|-----------|
| Profund. efetiva | Ciclo da cultura | Nº de dias | Coeficientes \bar{k} | E_t | ET | LU | Balanço | Precipitação efetiva | Fenologia |
| (mm) | (%) | (dias) | - | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | - |
| | | | | | | | | | |

Coluna F: Evapotranspiração ou uso consuntivo, em mm/dia.

Esta informação é obtida multiplicando-se os valores correspondentes das colunas D e E, ou seja, o coeficiente k correspondente ao período considerado, pela evaporação do dia medida no tanque.

Coluna G: Lâmina líquida utilizável, em mm.

Para obter essa informação se recomenda um nível de aproveitamento de 40% da água disponível no perfil do solo, ou seja, cada vez que 40% da água disponível tenha sido utilizada pelas plantas dever-se-á irrigar.

De acordo com o anterior, a lâmina líquida utilizável (LU) pode ser calculada pela relação seguinte:

$$LU = \frac{0,40 (CC - PM) \times Da \times P}{100}$$

Onde,

LU: Lâmina líquida utilizável, em mm.

CC: Água retida no solo quando o potencial matricial é de - 0,33 bar (solos argilosos) ou - 0,1 bar (solos arenosos), em percentagem em peso seco. Este ponto corresponde ao conhecido como capacidade de campo.

PM: Água retida no solo quando o potencial matricial é de - 15 bares, em percentagem em peso seco. Este ponto é conhecido como ponto de murcha.

Da: Densidade aparente da camada do solo considerada, em $g\ cm^{-3}$.

P: Profundidade efetiva de extração de água pelo sistema radicular da cultura, em mm.

O valor de P varia com o desenvolvimento vegetativo da cultura, e deverá usar-se aquele valor que corresponda ao período considerado do ciclo fenológico.

Convém salientar que a lâmina líquida utilizável (Coluna G), embora esteja sendo previamente calculada através da fórmula

la de "Cálculo de Lâmina", para efeito de aplicação de água, o valor de LU deve ser colocado no calendário, corrigido pela amostragem de umidade de solo que deverá ser feita logo após cada irrigação. Esta operação corrigirá possíveis erros que possam ocorrer durante a aplicação da água.

A amostragem de solo deverá ser feita por camadas de 30 cm do perfil do solo, até a profundidade efetiva do sistema radicular, com o qual pode-se determinar a lâmina de água armazenada (LA) no perfil, da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} LA &= L_1 + L_2 + \dots + L_n = \\ &= \theta_1 Da_1 Z_1 + \theta_2 Da_2 Z_2 + \dots + \theta_n Da_n Z_n \end{aligned}$$

Onde:

LA = Lâmina de água armazenada no perfil do solo, em mm.

L_1, L_2, \dots, L_n = lâminas de água armazenadas nas diferentes camadas do perfil do solo, em mm.

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ = percentagem de umidade em peso seco nas diferentes camadas.

Da_1, Da_2, \dots, Da_n = densidade aparente das diferentes camadas, em $g\ cm^{-3}$.

Z_1, Z_2, \dots, Z_n = espessura das diferentes camadas, em mm.

A amostragem do solo para determinação da umidade deverá ser feita ao mesmo nível em que é feita a irrigação. Se a irrigação é feita por parcela, então a amostragem deverá ser na parcela. Se a irrigação for realizada por bloco, a amostragem deverá representar o bloco. No caso de parcelas, recomenda-se tomar uma média da amostragem de dois perfis. No caso da irrigação por bloco, feita em forma similar, por tratar-se de uma área maior, recomenda-se amostrar um bloco diferente em cada irrigação. No caso da aplicação da água por gravidade (sulcos, bacias, etc.) deverá amostrar-se perto da entrada da água, no centro do bloco e perto da saída. Para fins de computo deverá tomar-se a média dos dados por

camada dos 3 perfis.

Coluna H: Balanço entre a evapotranspiração (Coluna F) e a água utilizável (Coluna G).

Nesta coluna vão-se somando os usos consuntivos diários da coluna F até atingir-se um valor igual, ou o mais aproximado possível, da lâmina líquida utilizável (Coluna G).

Nesse momento se atinge o ponto em que a cultura deve receber a irrigação. A lâmina a repór no solo nesta irrigação corresponde a lâmina líquida utilizável, exceto no caso de mudança de profundidade efetiva do sistema radicular e ou do coeficiente k. Dependendo do método de aplicação de água deverá tomar-se em consideração a eficiência correspondente.

Coluna I: Precipitação efetiva (PE).

A precipitação efetiva poderá ser mensurada no perfil de solo explorado pelo sistema radicular através de amostragem após a chuva. Aí então coloca-se na coluna de "lâmina líquida utilizável (G)" o resultado desta amostra em lâmina (mm). Deste modo o incremento de água fornecido pela chuva estará considerado no "Balanço".

A amostragem deverá ser feita como foi discutido anteriormente. Quando se trabalha com parcelas com bordadura de terras (diques) pode considerar-se a chuva recebida como 100% efetiva, ou seja não houve escoamento superficial infiltrando-se toda a chuva recebida, salvo nos casos em que hajam perdas por percolação.

Coluna J: Controle fenológico das irrigações.

Nesta coluna deverá indicar-se o período do ciclo vegetativo da cultura em que é feita a irrigação. Esta é uma informação de muito valor para a discussão dos resultados experimentais. Um bom exemplo do uso da fenologia em relação ao uso de água pelas plantas encontra-se no trabalho de Brown (1971).

No caso dos cereais, existe informação bem definida para o reconhecimento dos períodos fenológicos do ciclo vegetativo a qual é conhecida como Escala de Feekes (Peterson, 1965).

3. Exemplo de uso da Metodologia

Com a finalidade de mostrar o uso da metodologia proposta, apresenta-se um exemplo para a elaboração de um calendário de irrigação.

Para fins de cálculos e confecção do calendário de irrigação supõe-se a situação prevalescente em 1972 com um cultivo de tomate no Projeto de Irrigação do Bebedouro em Petrolina-PE.

Os dados básicos necessários para os cálculos são os seguintes:

a) Informação físico-hídrica do solo

Os dados para as duas camadas importantes do perfil do latossolo neste caso são os seguintes:

| Camada (cm) | CC % | PM % | Da g cm ⁻³ | Ad (mm) | LU=40% Ad (mm) |
|-------------|-------|------|-----------------------|---------|----------------|
| 0-30 | 10,68 | 2,86 | 1,65 | 38,71 | 15,48 |
| 30-60 | 11,62 | 4,92 | 1,61 | 32,36 | 12,94 |

CC: Capacidade de campo; PM: Ponto de murcha; Ad: Água disponível.

b) Informação da cultura de tomate

Desenvolvimento do sistema radicular: As profundidades efetivas do sistema radicular da cultura do tomate em função do ciclo vegetativo são as seguintes:

| <u>Ciclo Vegetativo</u> | <u>Profundidade efetiva (mm)</u> |
|-------------------------|----------------------------------|
| 0-10% | 150 |
| 10-20% | 300 |
| 20-100% | 600 |

Coeficiente da cultura (k): Os coeficientes serão calculados para cada 10% do ciclo vegetativo da cultura o que corresponde a 12 dias, considerando que o ciclo do tomate é de 120 dias.

Ciclo do Tomate: 120 dias.

Data do plantio: 19 de março de 1972.

c) Informação de demanda evaporativa:

Os dados de evaporação do tanque são do ano de 1972, e foram tomados na Estação Agro-Meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro.

d) Informação de manejo:

- No início da cultura o solo é elevado a CC a profundidade de 60 cm. Para efeito de cálculo neste exemplo considerar-se-á que o solo tem umidade residual igual a PMP.
- O aproveitamento pelas plantas da água disponível no solo será de 40%.
- Utilizando as informações anteriormente citadas reorganizou-se o Calendário de Irrigação da Cultura do tomate para o ano de 1972, com início de cultivo a 01 de maio.

Este calendário de irrigação apresenta-se na Tabela 3.

TABELA 3. - Calendário de Irrigação para a cultura de tomate no Projeto de Irrigação de Bebedouro em 1972.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|------|----------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|
| Profundidade de solo Considerada mm | % do ciclo da cultura | Nº de dias | k | E_t mm | ET mm/dia | Lâmina líquida utilizável | Balanco entre UC e água utilizável mm | PE mm | Fenologia da cultura |
| 150 | | 000 | | | | | | | Transplante |
| | | 001 | 0,36 | 5,8 | 2,09 | 7,74 I | 2,09 | | |
| | | 002 | | 6,0 | 2,16 | | 4,25 | | |
| | | 003 | | 5,4 | 1,94 | | 6,19 | | |
| | | 004 | | 4,5 | 1,62 | | 7,81 | | |
| | | 005 | | 5,7 | 2,05 | 7,74 I | 2,12 | | |
| | | 006 | | 6,0 | 2,16 | | 4,28 | | |
| | | 007 | | 4,1 | 1,48 | | 5,76 | | |
| | | 008 | | 4,3 | 1,55 | 7,74 I | 7,31 | | |
| | | 009 | | 3,7 | 1,33 | | 0,99 | | |
| 300 | 10 | 010 | | 7,3 | 2,63 | | 3,62 | | |
| | | 011 | | 5,0 | 1,80 | | 5,42 | | |
| | | 012 | | 7,0 | 2,52 | 7,74 I | 7,94 | | |
| | | 013 | 0,50 | 6,0 | 3,00 | 12,28 | 3,20 | | |
| | | 014 | | 7,7 | 3,85 | | 3,85 | | |
| | | 015 | | 5,0 | 2,50 | | 6,35 | | |
| | | 016 | | 10,0 | 5,00 | | 11,35 | | |
| | | 017 | | 6,0 | 3,00 | 15,48 I | 14,35 | | |
| | | 018 | | 7,0 | 3,50 | | 5,57 | | |
| | | 019 | | 6,5 | 3,25 | | 8,82 | | |
| 600 | 20 | 020 | | 4,2 | 2,10 | | 10,92 | | |
| | | 021 | | 6,0 | 3,00 | | 13,92 | | |
| | | 022 | | 5,0 | 2,50 | 15,48 I | 16,42 | | |
| | | 023 | | 5,7 | 2,85 | | 3,79 | | |
| | | 024 | | 4,0 | 2,00 | | 5,79 | | |
| | | 025 | 0,75 | 3,5 | 2,63 | 20,00 | 8,42 | | |
| | | 026 | | 5,0 | 3,75 | | 3,75 | | |
| | | 027 | | 7,0 | 5,25 | | 9,00 | | |
| | | 028 | | 5,0 | 3,75 | | 12,75 | | |
| | | 029 | | 7,5 | 5,63 | | 18,38 | | |
| | 30 | 030 | | 7,2 | 5,40 | 28,42 I | 23,78 | | |
| | | 031 | | 7,0 | 5,25 | | 9,03 | | |
| | | 032 | | 5,0 | 3,75 | | 12,78 | | |
| | | 033 | | 6,3 | 4,73 | | 17,15 | | |
| | | 034 | | 7,0 | 5,25 | | 22,76 | | |
| | | 035 | | 4,0 | 3,00 | | 25,76 | | |
| | | 036 | | 7,0 | 5,25 | 28,42 I | 31,01 | | |
| | | 037 | 0,92 | 3,0 | 2,76 | | 5,25 | | |

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | |
|---|--------------------------------|---------------|------|----------|--------------|--------------------------------------|---|----------|------------------------------|--|
| Profundi- dade de solo Con- siderada mm | % do ciclo da cultura | Nº de dias | k | Et mm | ET mm/dia | Lâmina líquida utilizá- vel | Balanco entre UC e água utilizá- vel mm | PE mm | Fenolo- gia da cultura | |
| 600 | 40 | 038 | | 5,0 | 4,60 | | 9,95 | | | |
| | | 039 | | 5,5 | 5,06 | | 15,01 | | | |
| | | 040 | | 4,0 | 3,68 | | 18,69 | | | |
| | | 041 | | 3,0 | 2,76 | | 21,45 | | | |
| | | 042 | | 6,2 | 5,70 | | 27,15 | | | |
| | | 043 | | 4,0 | 3,68 | 28,42 I | 30,83 | | | |
| | | 044 | | 4,0 | 4,60 | | 7,01 | | | |
| | | 045 | | 6,0 | 5,52 | | 12,53 | | | |
| | | 046 | | 6,0 | 5,52 | | 18,05 | | | |
| | | 047 | | 5,0 | 4,60 | | 22,65 | | | |
| | | 048 | | 7,1 | 6,44 | 28,42 I | 29,09 | | | |
| | | 049 | | 7,0 | 6,93 | | 7,60 | | | |
| | | 050 | | 0,99 | 7,0 | 6,93 | | 14,53 | | |
| | | 051 | | | 6,5 | 6,44 | | 20,97 | | |
| | | 052 | | | 6,0 | 5,94 | | 26,91 | | |
| | | 053 | | | 6,2 | 6,14 | 28,42 I | 33,05 | | |
| | 054 | | | 7,0 | 6,93 | | 11,56 | | | |
| | 055 | | | 6,0 | 5,94 | | 17,50 | | | |
| | 056 | | | 8,0 | 7,92 | | 25,42 | | | |
| | 057 | | | 8,2 | 8,12 | 28,42 I | 33,54 | | | |
| | 058 | | | 2,0 | 1,98 | | 7,10 | | | |
| | 059 | 50 | | | 6,8 | 6,73 | | 13,83 | | |
| | 060 | | | | 3,4 | 3,37 | | 17,20 | | |
| | 061 | | | 1,00 | 8,0 | 8,00 | | 25,20 | | |
| | 062 | | | | 6,5 | 6,50 | 28,42 I | 31,70 | | |
| | 063 | | | | 6,8 | 6,80 | | 10,08 | | |
| | 064 | | | | 8,0 | 8,00 | | 18,08 | | |
| | 065 | | | | 8,0 | 8,00 | | 26,08 | | |
| | 066 | | | | 5,6 | 5,60 | 28,42 I | 31,68 | | |
| | 067 | | | 7,0 | 7,00 | | 10,26 | | | |
| | 068 | | | 7,0 | 7,00 | | 17,26 | | | |
| | 069 | | | 5,0 | 5,00 | | 22,26 | | | |
| 070 | | | 6,0 | 6,00 | 28,42 I | 28,26 | | | | |
| 071 | 60 | | | 8,9 | 8,90 | | 8,74 | | | |
| 072 | | | | 8,0 | 8,00 | | 16,74 | | | |
| 073 | | | 0,96 | 7,0 | 6,72 | | 23,46 | | | |
| 074 | | | | 6,0 | 6,72 | 28,42 I | 30,18 | | | |
| 075 | | | | 7,0 | 6,72 | | 8,48 | | | |
| 076 | | | | 9,0 | 8,64 | | 17,12 | | | |
| 077 | | | | 8,9 | 8,54 | | 25,66 | | | |
| 078 | | | | 8,0 | 7,68 | 28,42 I | 33,34 | | | |
| 079 | | | 7,2 | 6,91 | | 11,83 | | | | |
| 080 | | | 8,0 | 7,68 | | 19,51 | | | | |

Continuação da TABELA 3.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|------|--------------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|
| Profundidade de solo Considerada mm | % do ciclo da cultura | Nº de dias | k | ET _c mm | ET mm/dia | Lâmina líquida utilizável | Balanco entre UC e água utilizável mm | PE mm | Fenologia da cultura |
| 600 | 70 | 081 | | 8,0 | 7,68 | | 27,19 | | |
| | | 082 | | 8,0 | 7,68 | 28,42 I | 24,87 | | |
| | | 083 | | 7,0 | 6,72 | | 13,17 | | |
| | | 084 | | 7,7 | 7,40 | | 20,57 | | |
| | | 085 | 0,85 | 8,0 | 6,80 | | 27,37 | | |
| | | 086 | | 8,0 | 6,80 | 28,42 I | 34,17 | | |
| | | 087 | | 9,0 | 7,65 | | 13,40 | | |
| | | 088 | | 7,8 | 6,63 | | 20,03 | | |
| | | 089 | | 8,0 | 6,80 | | 26,83 | | |
| | | 090 | | 10,0 | 8,50 | 28,42 I | 35,33 | | |
| | 091 | | 9,0 | 7,65 | | 14,56 | | | |
| | 092 | | 10,0 | 8,50 | | 23,06 | | | |
| | 093 | | 7,7 | 6,55 | 28,42 I | 29,61 | | | |
| | 094 | | 7,6 | 6,46 | | 7,65 | | | |
| | 095 | 80 | 7,4 | 6,29 | | 13,94 | | | |
| | 096 | | | 5,4 | 4,59 | | 18,53 | | |
| | 097 | | 0,60 | 4,2 | 2,52 | | 21,05 | | |
| | 098 | | | 6,8 | 4,08 | | 25,13 | | |
| | 099 | | | 7,8 | 4,68 | 28,42 I | 29,81 | | |
| | 100 | | | 8,0 | 4,80 | | 6,19 | | |
| 101 | | | 9,0 | 5,40 | | 11,59 | | | |
| 102 | | | 8,7 | 5,22 | | 16,81 | | | |
| 103 | | | 8,5 | 7,65 | | 24,46 | | | |
| 104 | | | 6,5 | 3,90 | 28,42 I | 28,36 | | | |
| 105 | | 7,0 | 4,20 | | 4,14 | | | | |
| 106 | | 4,9 | 2,94 | | 7,08 | | | | |
| 107 | 90 | 5,3 | 3,18 | | 10,26 | | | | |
| 108 | | | 10,3 | 6,18 | | 16,44 | | | |
| 109 | | 0,28 | 8,1 | 2,27 | | 18,71 | | | |
| 110 | | | 8,1 | 2,27 | | 20,98 | | | |
| 111 | | | 9,8 | 2,74 | | 23,72 | | | |
| 112 | | | 11,0 | 3,08 | | 26,80 | | | |
| 113 | | | 9,0 | 2,52 | 28,42 I | 29,32 | | | |
| 114 | | | 10,0 | 2,80 | | 3,70 | | | |
| 115 | | | 7,1 | 1,99 | | 5,69 | | | |
| 116 | | | 10,0 | 2,80 | | 8,49 | | | |
| 117 | | 10,2 | 2,96 | | 11,29 | | | | |
| 118 | | 10,7 | 3,00 | | 14,29 | | | | |
| 119 | 100 | 9,2 | 2,58 | | 16,87 | | | | |
| 120 | | | 6,4 | 1,79 | | 18,66 | | | |

I: Irrigação.

Note-se neste exemplo que o coeficiente (k) utilizado entre 0% a 10% não foi o correspondente a 5% do ciclo, como indicou-se anteriormente, mas sim o correspondente ao 10%. A razão disto é que no início do cultivo as plantas estão com um sistema radicular muito superficial e diante das condições de alta evaporação do Projeto Bebedouro, aconselha-se aumentar um pouco o consumo de água nesta fase, ou seja aumentando o número de irrigação.

D I S C U S S Ã O

As informações contidas no Calendário de Irrigação, além de indicarem o momento da irrigação, permite obter várias conclusões de utilidade para a discussão dos resultados experimentais. Entre elas podem citar-se as seguintes:

a. Frequência de irrigação:

A informação contida num Calendário de Irrigação permite definir a variação de frequência de irrigação durante o ciclo. Para o exemplo da Tabela 3, a frequência de irrigação variou entre 3 e 7 dias, sendo que os menores intervalos apresentaram-se durante a etapa inicial da cultura e durante períodos de alta demanda evaporativa.

b. Água utilizada pela cultura no ciclo vegetativo:

Os dados do Calendário de Irrigação permitem estimar a quantidade de água utilizada pela cultura durante todo o ciclo vegetativo. No caso do exemplo, somando os dados da Coluna G tem-se que a água consumida no ciclo foi de 605,76 mm, ou que representa uma evapotranspiração média de $605,76 : 120 = 5,05 \text{ mm dia}^{-1}$.

c. Ciclo fenológico e efeito da irrigação:

As indicações do período do ciclo da cultura em que foram aplicadas as irrigações permite definir duas informações básicas:

- Definição do tempo para atingir determinados períodos do ciclo fenológico da cultura. Esta é uma informação importante para determinar as regiões similares de desenvolvimento possibilitando intercâmbio e uso de dados experimentais.

- Permite isolar o efeito das irrigações fenológicas nos resultados experimentais de diferentes anos, épocas, variedades, etc.

d. Controle da irrigação a um nível determinado de aproveitamento:

A utilidade maior do Calendário de Irrigação reside no fato que possibilita o controle da irrigação num nível constante de aproveitamento da água armazenada no perfil do solo. Com isto, facilita-se a comparação dos resultados experimentais provenientes de regiões similares e obtidos em anos diferentes. O Calendário de Irrigação é uma metodologia simples e de fácil execução que contribui na padronização da pesquisa em agricultura irrigada, recomendando-se seu uso em toda experimentação com irrigação onde o fator água não é uma variável experimental.

RESUMO E CONCLUSÕES

Nesta publicação apresenta-se uma metodologia para o controle da irrigação em experimentos onde o fator água não é uma variável experimental. O controle da irrigação a um nível determinado é uma necessidade, com a finalidade de padronizar a pesquisa, como também definir pontos de referência que permitam fazer comparações de resultados experimentais de diferentes anos, regiões, variedades, épocas, etc.

O método discutido é o Calendário de Irrigação baseado no balanço de água entre evapotranspiração da cultura e a água disponível armazenada no perfil do solo.

A evapotranspiração é obtida usando a informação do tanque de evaporação e coeficientes da cultura.

Utiliza-se um nível de aproveitamento de 40% da água disponível no solo como ponto de referência para a aplicação da irrigação.

Após uma irrigação, somando a evapotranspiração diária, um dia determinado, se atinge a condição onde a evapotranspiração acumulada é igual à lâmina líquida utilizável. Nesse momento deve-se aplicar a irrigação.

Apresenta-se um exemplo demonstrando a aplicação do Calendário de Irrigação em tomates usando informação real, coletada na Estação Experimental do Bebedouro.

O procedimento descrito é prático, simples e de fácil execução. Sua utilização contribui na padronização da pesquisa em agricultura irrigada, recomendando-se seu uso em toda experimentação com irrigação onde o fator água não é uma variável experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, PAUL L. 1971. Water use and soil water depletion by dryland winter wheat as affected by nitrogen fertilization. *Agronomy Journal* 63 (1): 43-46.
- HARGREAVES, G.H. 1956. Irrigation requirement based on climatic data. *Journal of Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers Proceedings* 1105: 1-10.
- HARGREAVES, G.H. 1976. Manual de requerimento de água para culturas irrigadas e agricultura seca. Logan, Utah State University, Contrato nº AID/ta - c - 1103. 41 p.
- PETERSON, R.F. 1965. Wheat-botany, cultivation and utilization. pp. 22-23. Interscience Publishers, Inc. New York.