

NECESSIDADE DE ÁGUA PELAS PLANTAS

Arnóbio Anselmo de Magalhães *

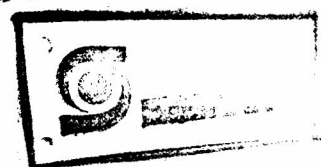
S E T E M B R O - 1 9 7 8

* Engº Agrº M.S., Pesquisador em Manejo
de Solo e Água, CPATSA/EMBRAPA.

Necessidade de água pelas
1978 FL-00718



32398-1



NECESSIDADE DE ÁGUA PELAS PLANTAS

IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água entre todos os elementos, se destaca por sua grande importância à vida vegetal. É encontrada nos organismos vegetais como meio dispersante dos elementos minerais e coloidais, como veículo das substâncias nela dissolvidas, como parte integrante das próprias moléculas orgânicas.

Segundo Kramer (1963) a água é o maior constituinte fisiologicamente ativo nos tecidos das plantas e um reagente nos processos de fotossíntese e hidrólise, tal como a digestão do amido. É o solvente no qual, sais, açúcar e outros solutos se deslocam de célula a célula ou de um órgão a outro e, um elemento essencial na manutenção da turgescência, necessária para o crescimento da célula. Além disso, a água é ainda necessária ao desenvolvimento de certos processos fisiológicos, tais como a transpiração, que, embora não exercendo uma função útil no crescimento e desenvolvimento das plantas, desempenha diversos efeitos benéficos.

A importância fisiológica da água se reflete principalmente em sua importância ecológica de uma vez que a distribuição dos vegetais, na superfície terrestre é ditada pela disponibilidade de água. Sua importância é o resultado de suas múltiplas propriedades exclusivas, muita das quais procedem do fato das moléculas de água estarem organizadas em uma estrutura definida que se mantem mediado por enlaces de hidrogênio.

A ÁGUA NA FOTOSÍNTESE

Embora se estime que menos de 1% da água que passa pela planta, é aproveitada na fotossíntese, as deficiências de água na planta, exercem uma influência acentuada sobre o nível

de atividade fotossintética. Isto se deve especialmente a diminuição da capacidade fotossintética do protoplasma, devido principalmente a falta de CO_2 , que é impedido de penetrar através dos estômatos, já que estes se fecham por ação das células na falta de turgência das folhas. Observa-se também, que o nível de respiração tende a aumentar quando a umidade decresce.

Sob o ponto de vista da água, os vegetais diferem bastante quanto a capacidade de resistir a sua falta, isto é, diferem no ponto a partir do qual a fotossíntese é seriamente reduzida e também, quanto ao tempo de recuperação uma vez cessada a escassez da água. De uma forma geral, a fotossíntese diminui bastante após uma redução de cerca de 30% da água contida nas folhas, e usualmente cessa quando essa perda atinge 60%.

A ÁGUA NA TRANSPIRAÇÃO

Como foi mencionado anteriormente, a transpiração tem sido encarada como um mal necessário sem nenhuma função útil para o desenvolvimento da planta. Contudo, segundo resultados de algumas pesquisas, pode-se afirmar que o crescimento dos vegetais é reduzido ou paralizado quando estes são cultivados em condições de altas umidades relativas (próximo a 100%), ou que a transpiração está completamente parada. A transpiração impede a ocorrência de temperaturas excessivamente elevadas, que de outro modo exerceriam um efeito adverso sobre todos os processos. Gates (1955), observou que a transpiração de apenas 0,005 gramas de água por centímetro quadrado por minuto, provoca uma perda de energia de 0,3 calorias, podendo resfriar uma folha em transpiração em até 15°C .

Quando a transpiração é maior que a absorção de água o balanço hídrico da planta torna-se negativo.

Em tal situação, as plantas tendem a evitar este desequilíbrio através da procura de água por expansão do sistema radicular, ou por aumento de sua força de sucção. As plantas podem, ainda reagir a transpiração excessiva, por meio da queda de folhas e fechamento dos estômatos. Em geral, a transpiração de-crece com o aumento da tensão de umidade do solo, e é sobretu-do o fator principal nas relações hídricas da planta de uma vez que a evaporação da água produz o gradiente de energia que provoca o movimento da água dentro e através da planta.

QUANTIDADE DE ÁGUA NECESSÁRIA A PLANTA

As necessidades de água pela planta, recebem em conjunto o nome de uso consuntivo. O uso consuntivo se compõe de muitos fatores, cuja influência con-junta ou em separado determina a quantidade de água que as plantas consomem. Seus efeitos não são necessariamente constan-tes, podendo ser diferentes nas distintas localidades, e var-riarem quanto a sua intensidade e duração. Dentre os fatores que mais influem sobre o uso consuntivo, podemos citar o clima, espécie vegetal, natureza do solo, sistema de irrigação e manejo da água de irrigação.

CLIMA

O clima por efeito de vários fatores tem influência dire-ta na evapotranspiração, constituindo-se no elemento de maior importância na determinação da quantidade de água necessária a irrigação e por conseguinte ao vegetal.

ESPÉCIE VEGETAL

No que diz respeito a espécie vegetal, a fase de

desenvolvimento da planta, exerce considerável influência nas proporções do uso consuntivo. Toda a fase de crescimento ou ciclo de desenvolvimento do cultivo, está muito vinculada com a temperatura, e influi poderosamente no uso de água durante todo este período. Isto é particularmente certo nas culturas anuais, que geralmente têm tres etapas de crescimento bem definidas, que conforme seu desenvolvimento o uso consuntivo pode ser maior ou menor. 1) Da germinação até o estabelecimento de uma cobertura vegetal completa, o uso consuntivo aumenta rapidamente e se aproxima do seu máximo. 2) O período em que a cobertura vegetal alcança a sua densidade máxima, o regime de uso consuntivo terá chegado ao seu máximo caso se disponha de abundante unidade no solo e 3) A fase de maturação, que em quase todas as culturas, o regime de uso consuntivo começa a diminuir.

NATUREZA DO SOLO

A capacidade de armazenamento de água pelo solo, é fator determinante para a vida da planta e requisito básico para se estabelecer tanto o volume como a frequência de irrigação requerida para assegurar o desenvolvimento contínuo da planta.

A textura e estrutura do solo, representam duas propriedades físicas de importância marcante, as quais influem no grau em que o ar e a água penetram e se movem no solo. O movimento da água no solo e a quantidade que este pode reter, são conceitos que se referem a distribuição dos poros no solo, ao tamanho das partículas e a sua avidéz de umidade. Em regra geral, quanto mais finas forem as partículas do solo e maior o teor de matéria orgânica, maior será a capacidade de armazenamento de água pelo solo.

No que se refere ao movimento da água no solo, a textura influi grandemente no deslocamento da água capilar. De um modo geral, a água penetra verticalmente no solo por ação da gravidade, por virtude das forças de adesão e coesão se move nos pequenos poros por capilaridade, e devido ao calor se vaporiza fundindo-se no ar que o solo encerra. O grau ou a proporção em que a água se infiltra no solo, depende principalmente do tamanho e continuidade dos espaços que separam os poros. Se expressarmos o movimento da água em termos de tensão, a água se desloca de um ponto de baixa tensão para outro de alta tensão. No ponto de saturação, o movimento por capilaridade é mais rápido nos solos arenosos que nos argilosos e, em terrenos mais secos ou não saturados se dá exatamente o contrário.

Para se extrair água do solo, se requer energia para execução de tal trabalho. A força de retenção de água (tensão), depende da quantidade em que esta se encontra no solo. Quanto menor for a quantidade de água no solo, maior será a tensão de retenção. A expressão de uma tensão de unidade do solo, não indica a quantidade de água que o mesmo retém, nem a quantidade que pode ser extraída em dada tensão. Para se determinar o grau de umidade que um solo retém a várias tensões, se requer de formulações de curvas de extração de umidade. Isto é feito comparando-se a tensão em atmosferas contra o conteúdo de umidade ou percentagem do peso seco.

CONCEITOS E MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

As perdas de água no solo por evaporação e através da planta pelo fenômeno da transpiração, recebe o nome de evapotranspiração.

Segundo THORNTHWAITE e MARE (1965), a evapotranspiração compreende as seguintes fases: 1) movimento da água no perfil do solo em direção a superfície e a zona de absorção radicular; 2) movimento da água do sistema radicular para a superfície das folhas; 3) evaporação da água através da superfície do solo e da área foliar por meio dos estômatos; 4) evaporação da água da chuva interceptada pelas folhas; 5) remoção do vapor d'água por fluxos turbulentos. Evapotranspiração potencial ET_p é a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície totalmente coberta por vegetação verde, densa, rasteira, com ativo crescimento (geralmente se usa grama) e com fornecimento contínuo e adequado de água. Evapotranspiração real ETA , é o uso potencial de água pelas culturas, incluindo a evaporação direta do solo e da vegetação molhada. Depende do clima, da cultura e presuppõe um fornecimento adequado de água.

Como foi dito, a evapotranspiração é uma função de fatores meteorológicos, do solo e da planta. O principal fator meteorológico que influencia a evapotranspiração é a radiação líquida. Em regiões bem irrigadas, onde não existe déficit de água, mais de 80% da radiação líquida é usada na evapotranspiração.

Para alguns autores a taxa potencial da evapotranspiração é governada somente pelas condições meteorológicas. Outros no entanto, afirmam que a taxa de evapotranspiração é máxima, somente sob certas condições de demanda evaporativa, enquanto o teor de água no solo, se mantiver acima do ponto de murcha. Próximo desse ponto, a evapotranspiração cai rapidamente passando a ser controlada pelas características do solo.

Devido as dificuldades para obtenção das medidas diretas da evapotranspiração, diversos métodos empíricos ou semi-empíricos têm surgido. Assim, THORNTHWAIT (1965), propõe um método para estimar a evapotranspiração potencial, baseado apenas em dados de temperatura média. BLANEX e CRIDDLE (1968) desenvolveram um método baseado na correlação entre temperatura e a evapotranspiração com o ajuste de um coeficiente para cada cultura e MARGHEANES (1974) apresenta uma fórmula que utiliza dados de umidade relativa do ar, temperatura média do ar e coeficiente de duração do dia e cultura. PRUITT (1975), baseia-se principalmente na radiação solar para estimar a evapotranspiração potencial e finalmente PERMAN (1942-1954), faz uso dos conceitos do balanço de energia e do método aerodinâmico.

Vale salientar, que se correlacionarmos os valores medidos e estimados, todas as fórmulas necessitam de uma correção local.

O único equipamento capaz de medir a ET com razoável eficiência é o lisímetro. Lisímetros são dispositivos constituídos de um volume de solo isolado do solo circunvizinho, de tal modo a medir todos os termos (ou suprimir alguns) da equação geral do balanço de água.

Outra alternativa para se estimar a evapotranspiração, é o uso de tanques aliado ao uso de um coeficiente adequado. Esse coeficiente (K_p), expressa a relação entre a evapotranspiração de uma cultura e a evaporação do tanque classe A, podendo os dados serem utilizados no planejamento de práticas de irrigação.

COEFICIENTES DE CULTIVO (K_c)

Quando os métodos empíricos são empregados para prever o efeito do clima sobre as necessi

dos de água pelas culturas deve-se levar em conta o efeito das características da cultura sobre as necessidades de água. O coeficiente de cultivo (Kc) nada mais é que a relação entre a evapotranspiração estimada sobre a evapotranspiração da cultura em estudo. O (Kc) é dado por tabelas que relacionam seu valor para a maioria das culturas.

Conhecendo-se o Kc, a evapotranspiração de uma cultura pode ser conhecida através da seguinte fórmula:

$$ET \text{ (cultura)} = Kc \cdot ETo$$

onde:

ET = Evapotranspiração da cultura

ETo = Evapotranspiração da cultura em referência, determinada empiricamente.

Kc = Coeficiente de cultivo

FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA DETERMINAR A EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Quando não se dispõe de meios eficazes para se determinar a evapotranspiração dos cultivos, se recorre ao uso de parâmetros climáticos através de fórmulas empíricas. Dentre as fórmulas, citaremos apenas tres:

- 1) Fórmula de HOOGMOED - obtida a partir de medições em lisímetros e comparações com dados de temperatura média do ar.

$$ETc^* = 1,6 \left(\frac{10 \cdot T}{I} \right)^{0,8}$$

ETp* evapotranspiração potencial não corrigida (cm/mes)

T temperatura média mensal do ar (°C)

I índice de calor anual

$I = \sum i$, onde i é o índice de calor mensal dado por

$$i = \frac{T}{5} 1.514$$

a função cúbica do índice de calor anual, dado por

$$a = 0.575 \times 10^{-6} \cdot I^3 - 77.1 \times 10^{-6} \cdot I^2 + 0.01792 \cdot I + 0.43239$$

A correção se obtém multiplicando a (ETp*) não corrigida por um fator (f)

$$f = \frac{h}{12} \times \frac{n}{30}$$

onde (h) é número de horas de luz a latitude considerada, e (n) corresponde ao número de dias do mês considerado.

- 2) FÓRMULA DE BLANEY CRIDDLE - utiliza a temperatura média de ar como parâmetro climático principal, e inclui um fator de luminosidade e um coeficiente de cultivo.

$$ETr = K \cdot p (0.457 T + 3.13)$$

onde,

ETr - evapotranspiração real (mm/mes)

K - coeficiente de uso consuntivo mensal do cultivo

p - porcentagem mensal de horas de luz por dia durante o ano

T - temperatura mensal do ar ($^{\circ}\text{C}$)

Quando se omite o coeficiente de cultivo (K), se obtém a evapotranspiração do mes considerado.

3) FÓRMULA DE MARCHREAVES - considera a temperatura média, a umidade relativa média ao meio dia e a duração do dia, cujo depende da latitude. Inclue, ainda um coeficiente de cultivo.

$$ETr = 17,37 K \bar{e} T (1.0 - 0.01 hr)$$

onde

ETr = evapotranspiração real (mm/mes)

K = coeficiente empírico de cultivo

$\bar{e}$ = coeficiente mensal de duração do dia

T = temperatura média mensal

hr = umidade relativa

O coeficiente ($\bar{e}$) da fórmula, está relacionado com o coeficiente (p) de Blaney-criddle da seguinte forma.

$$\bar{e} = 0,12 p$$

CÁLCULO DO USO DE ÁGUA

Conhecendo o uso consuntivo da cultura e as características físico-hídricas do solo, pode-se determinar a quantidade de água que o solo pode reter até a profundidade do sistema radicular, o volume de água a ser aplicado em cada irrigação e qual o turno de rega.

1. Determinação da lâmina de água disponível armazenada no solo.

$$H = \frac{cc - PM}{100} \times \text{dap} \times p$$

cc = capacidade de campo

PM = ponto de murcha

dap = densidade aparente (g cm⁻³)

p = profundidade das raízes

2. Lâmina de irrigação ou reposição

Em geral se irriga, quando a cultura consome cerca de 50 a 60% da água disponível.

$$L = 0,6 \cdot \frac{cc - PM}{100} \times \text{dap} \times p \quad \text{ou} \quad L = 0,6 \times H$$

Como esta lâmina corresponde a lâmina líquida de reposição e os métodos de aplicação não são 100% eficientes, deve-se levar em conta a eficiência do método de irrigação (40-50% por gravidade e 80/90% por aspersão), para se obter a lâmina bruta.

$$L \text{ Bruta} = \frac{L \text{ líquida}}{\text{Eficiência de método}}$$

3. Frequência de irrigação

É igual a lâmina de reposição dividida pelo uso consuntivo.

$$f_i = \frac{L \text{ de reposição}}{\text{Uso consuntivo}} \quad \frac{\text{mm}}{\text{mm/dia}}$$