

## IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO ALHO NO DISTRITO FEDERAL

*Washington Luis de Carvalho e Silva - Engº Agrº*

*Osmar Alves Carrijo - Engº Agrº*

*Carlos Alberto da Silva Oliveira - Engº Agrº*

*João Alves de Menezes Sobrinho - Engº Agrº*



EMBRAPA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS

Km 09 da Rodovia Brasília/Anápolis

Caixa Postal, 11.1316

70.000 Brasília - DF

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília,DF.

Irrigação da cultura do alho no Distrito Federal, por Washington Luis de Carvalho e Silva e outros. Brasília,1981. 36p. (EMBRAPA - CNPH. Circular técnica,1).

1. Alho - Irrigação - Brasil - Distrito Federal. I.Silva, Washington Luis Carvalho e II. Título. III. Série.

CDD: 635.2687

## SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. RELAÇÃO ÁGUA-PLANTA-SOLO-CLIMA.....	6
2.1. Umidade do solo.....	7
2.2. Controle de potencial matricial.....	8
3. QUANTIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO.....	10
3.1. Curva de retenção de umidade.....	11
3.2. Densidade global.....	13
3.3. Profundidade efetiva.....	13
3.4. Cálculo - Potencial matricial.....	14
3.5. Água disponível.....	15
3.6. Capacidade de campo e ponto de murcha permanente.....	16
3.7. Cálculo - Água disponível.....	17
4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	18
5. FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO OU TURNO DE REGA.....	19
6. TEMPO DE IRRIGAÇÃO.....	21
6.1. Infiltração da água no solo.....	21
6.2. Cálculo.....	22
7. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO UTILIZADOS.....	24
7.1. Considerações sobre métodos de irrigação no Distrito Federal.....	25
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
ANEXO.....	36

## IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO ALHO NO DISTRITO FEDERAL.

Washington Luiz de Carvalho e Silva \*

Osmar Alves Carrijo \*

Carlos Alberto da Silva Oliveira \*

João Alves de Menezes Sobrinho \*

### 1. INTRODUÇÃO

Desde 1969 quando foram realizados os primeiros trabalhos de pesquisa com a cultura do alho, o Distrito Federal tem mostrado potencial para vir a ser um dos grandes produtores desta hortaliça no cenário agrícola brasileiro. O alho, sendo originado de zonas de clima temperado da Ásia Central, é exigente em certas condições climáticas como temperatura e fotoperíodo. Estas exigências, limitam o plantio desta hortaliça, aos meses de março até meados de maio, sendo seu cultivo realizado justamente no período em que ocorrem as menores precipitações pluviométricas e os menores índices de umidade relativa do ar. Estes e outros fatores obrigam os agricultores, que decidem cultivar o alho, a lançarem mão da irrigação para

---

\* Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Pesquisadores CNP Hortaliças - EMBRAPA, BR.060-Cx.Postal, 11.1316, 70.333 Brasília-DF.

atender as necessidades hídricas da cultura.

A irrigação, prática que data de tempos remotos, está constantemente evoluindo em todos os sentidos. Ela tem a finalidade principal de repor a umidade do solo em ocasião oportuna e mantê-la adequada para o ótimo desenvolvimento das plantas através de diversos métodos. Como um componente no sistema de produção de hortaliças, é uma das práticas culturais mais importantes da cultura de alho.

As informações contidas neste trabalho visam, chamar a atenção dos extensionistas, agricultores e do público interessado, sobre aspectos de como proceder para se fazer irrigações racionais da cultura do alho no Distrito Federal.

## 2. RELAÇÃO ÁGUA-PLANTA-SOLO-CLIMA

O alho é uma espécie bastante exigente em condições de clima, fertilidade e umidade do solo, para atingir seu desenvolvimento máximo. A temperatura média mensal mais favorável para o bom desenvolvimento e uma boa produção de bulbos varia de 12,8 e 23,9°C de acordo com a cultivar. Em temperaturas mais elevadas não há formação de bulbos. Baixas temperaturas favorecem a produção de maior número de bulbilhos e a formação de bulbilhos aéreos.

A cobertura do solo com capim, palha, haste de arroz, etc, prática muito utilizada em regiões produtoras, di

minui e mantêm praticamente constante a temperatura do solo favorecendo a cultura. Tem sido observado que a cobertura do solo tanto favorece a conservação da água no solo, diminuindo as irrigações, reduz a presença de plantas daninhas e a taxa de plantas perfilhadas naquelas cultivares que são sensíveis a esse distúrbio fisiológico. Trabalhos de pesquisa no Distrito Federal têm mostrado que a cobertura do solo com plástico branco opaco promove um abaixamento na temperatura do solo mantendo-a praticamente constante, conserva a umidade do solo, e a brotação é mais uniforme, além de favorecer maior produção e peso médio de bulbos, quando comparada com solo sem cobertura ou coberto com haste de arroz. Estudos econômicos devem ser feitos no sentido de viabilizar ou não a adoção desta tecnologia.

## 2.1. Umidade do solo

Com respeito a umidade do solo e sua disponibilidade para a planta, tem sido observado que o alho é uma cultura exigente em níveis elevados de umidade do solo. O bom desenvolvimento da planta só ocorre quando há um equilíbrio no balanço da água no seu interior, o que normalmente ocorre quando o potencial da água do solo é elevado.

Para efeito de irrigação, o potencial matricial da água do solo representa o estado de energia ou potencial total da água do solo, isto é a energia com que a água está retida pela matriz sólida do solo, e se relaciona

com fenômenos capilares e de adsorção. A água do solo, como toda substância na natureza, tende a atingir um estado de energia mínima. Essa tendência é que vai gerar o seu movimento entre dois pontos no solo ou do solo para a planta, via sistema radicular. O movimento da água entre dois pontos tem sua intensidade regida por um gradiente de potencial, e é sempre no sentido de maior para menor, tendendo a reduzir o gradiente a medida em que o equilíbrio se aproxima. O potencial da água dentro da planta, em geral, está situado em torno de  $-10,0$  atm, sendo que o potencial da água na atmosfera é muitas vezes superior, chegando a ser até 20 ou mais vezes maior. Devido a essas diferenças de potencial é que se processa o fluxo de água do solo para a atmosfera, via planta. Desde que este fluxo ocorra em equilíbrio dinâmico, a taxa de transpiração é igual à absorção pelas raízes.

Para a manutenção de condições favoráveis para planta em relação ao sistema água-planta-atmosfera, um dos meios é o controle do potencial da água do solo. Trabalhos de pesquisa em diferentes tipos de solo e climas, têm mostrado que o potencial matricial mínimo da água do solo que favorece o melhor desempenho da cultura do alho está situado em torno de  $-0,5$  atm. Para as condições do Distrito Federal, valores inferiores a  $-0,4$  atm já começam a afetar a produção.

## 2.2. Controle de potencial matricial

Na prática, o potencial matricial pode ser medido di

retamente com auxílio de tensiômetros, que são instrumentos de fácil manuseio e são fabricados no Brasil. Tensiômetro é um instrumento constituído de uma cápsula de cerâmica porosa conectada a um manômetro por meio de um tubo completamente cheio de água. Quando instalado, a água do tensiômetro entra em contato com a água do solo através da cápsula porosa, que geralmente está sob pressões sub-atmosféricas. Neste caso, a água do tensiômetro, que tem potencial maior do que a do solo, passa para este por meio da cápsula, até alcançar o equilíbrio energético, quando o fluxo cessa. A diferença de pressão é então indicada por um manômetro ou vacuômetro que normalmente são mecânicos ou de mercúrio. Quando chove ou se faz irrigação, o potencial da água do solo aumenta, rompe o equilíbrio e o fluxo é então invertido e a água agora passa do solo para o tensiômetro até atingir um novo estado de equilíbrio. Se após uma chuva ou irrigação, o solo ficar saturado, o seu potencial matricial se anula, não se registrando nenhuma diferença de pressão no manômetro ou vacuômetro, quando o sistema atingir o equilíbrio.

O uso de tensiômetro é limitado entre os potenciais: zero (solo saturado) e  $-0,7$  atm, aproximadamente, porque em sucções maiores ocorre, principalmente, entrada de ar pela cápsula porosa; a pressão interna torna igual à atmosférica o instrumento deixa de funcionar. Entretanto, este intervalo de potencial mensurável pelo tensiômetro,

abrange a principal faixa de umidade do solo, com rela  
ção as práticas agrícolas na maioria dos solos.

Quando se utiliza o tensiômetro de mercúrio, a ex  
pressão simplificada que nos dá a coluna de mercúrio pa  
ra um pré-determinado potencial, a uma dada profundidade  
do solo é:

$$H = (P_s + h_1 + h_2)/12,6 \quad \text{onde,}$$

H = leitura em cm de mercúrio

P<sub>s</sub> = potencial da água do solo em cm (1 atm = 1033 cm  
H<sub>2</sub>O)

h<sub>1</sub> = profundidade de instalação da cápsula em cm

h<sub>2</sub> = altura do recipiente de mercúrio com relação à su  
perfície do solo, em cm.

Por exemplo, se quisermos determinar com que coluna de  
mercúrio deve-se irrigar uma cultura de alho quando o  
tensiômetro estiver isolado a profundidade de 15 cm, o  
manômetro a 15 cm acima da superfície do solo e a um po  
tencial de -0,4 atm, a coluna de mercúrio será:

$$H = (413,2 + 15 + 15)/12,6 = 35,17 \text{ cm de Hg}$$

### 3. QUANTIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

No que diz respeito a quantidade de água, para se fa  
zer irrigações corretas é necessário que se disponha da  
curva característica de retenção de umidade e da densida-

de global (densidade aparente) para a profundidade e o tipo de solo que se está trabalhando.

### 3.1. Curva de retenção de umidade

A curva de retenção (Figura 1) associa cada valor do potencial matricial com um teor da umidade do solo retida sob aquela tensão. Normalmente esta curva é determinada em laboratórios utilizando-se, de preferência, amostras indeformadas retiradas do solo, na profundidade desejada, por meio de instrumentos especiais.

A parte mais importante da curva de retenção para fins agrícolas pode ser também determinada no próprio campo com auxílio de tensiômetros, dentro de seus limites de funcionamento, e de estufa onde o solo é seco a  $105-110^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. O processo consiste em instalar tensiômetros a uma dada profundidade, saturar este solo e imediatamente começar a coletar amostras na mesma profundidade para secagem na estufa, e ler o potencial correspondente aquele teor de umidade que será obtida gravimetricamente. Devido a dinâmica do processo de redistribuição da água do solo, as amostragens e leituras de potencial no início do procedimento devem ser frequentes e a partir de 48 horas aproximadamente, o processo pode ser repetido apenas a cada 24 horas até que o potencial da água do solo atinja o limite de funcionamento do tensiômetro.

Após 48 horas, aproximadamente, do início do procedi-

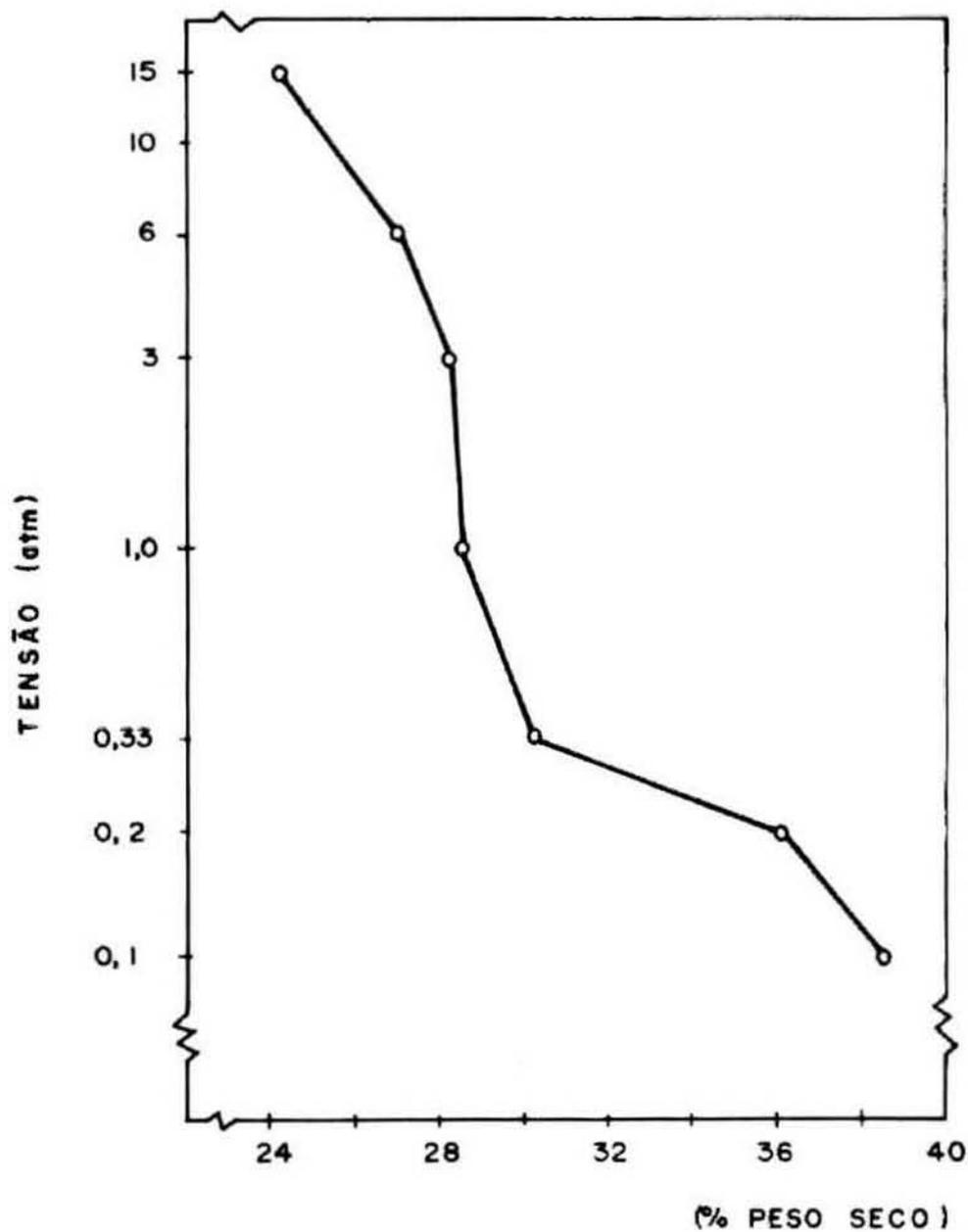


FIG - 1 - CURVA CARACTERÍSTICA DE RETENÇÃO DE UMIDADE DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 15 - 30 cm.

mento, ocorrem pequenas ou quase imperceptíveis variações nos teores de umidade e nos potenciais da água do solo. Esse "estado" denomina-se capacidade de campo (CC) que é quando o solo, naquela profundidade, deixa de estar saturado. Convém lembrar que não é um "ponto", porque o processo não para no tempo, isto é, sai da saturação mas, simultaneamente, o processo de redistribuição continua.

### 3.2. Densidade global

A densidade global (d) que depende também da umidade do solo no momento de sua determinação, é a relação entre a massa do solo (seca na estufa a 105-110°C, por 48 horas), e o volume em que está contida. Os métodos de determinação vão desde métodos sofisticados como a utilização de raios gama, uso de parafina e cilindro de Umland até simples cilindros de volume conhecido. O importante é que a determinação seja precisa, não alterando as características estruturadas do solo. Na determinação da quantidade de água para irrigação a densidade global entra como fator volumétrico de transformação. Nos solos de cerrado no CNP de Hortaliças em Brasília seu valor tem variado de 1,05 a 1,15 g/cm<sup>3</sup>, à profundidade média de 15 cm

### 3.3. Profundidade efetiva

A profundidade efetiva (P) do sistema radicular da cultura também tem muita importância no cálculo da lâmina

de irrigação. Esta profundidade é aquela em que se encontra a grande maioria das raízes da planta. A planta de alho, em condições favoráveis chega a emitir raízes a até 80 cm ou mais de profundidade. Tem-se observado que em solos sob vegetação de cerrado, a maior concentração das raízes do alho se encontra na camada de solo até 30 cm de profundidade, sendo essa, a profundidade efetiva considerada para fins de irrigação, quando a cultura está desenvolvida. Do plantio até o fim do primeiro terço do ciclo da cultura, a profundidade efetiva do sistema radicular pode ser considerada a 10 a 15 cm. O controle da umidade do solo por meio de tensiômetros é feito normalmente, instalando-se a cápsula porosa à profundidade média de 15 cm.

#### 3.4. Cálculo - Potencial matricial

O cálculo da quantidade de água ou lâmina (D) de irrigação pode ser resumido na seguinte expressão:

$$D = \frac{CC - UI}{100} \cdot d \cdot P \quad \text{onde,}$$

D = lâmina líquida a ser aplicada por irrigação em mm

CC = capacidade de campo em % de umidade com base no solo seco

UI = umidade de irrigação em % e correspondente, segundo a curva de retenção ao potencial matricial pré-estabelecido

d = densidade global do solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

P = profundidade efetiva do sistema radicular em mm.

Por exemplo, para determinar a lâmina de irrigação para a cultura do alho no CNP de Hortaliças quando o potencial da água do solo atingir  $-0,4$  atm, teremos:

$$D = \frac{37,6 - 30,0}{100} \times 1,05 \times 300 = 23,9 \text{ mm}$$

Como se viu, a lâmina d'água aqui calculada é a lâmina bruta ( $D_b$ ) que depende da eficiência de aplicação da água do método de irrigação que será utilizado, sendo que:  $D_b = D / (\text{Eficiência})^{-1}$

### 3.5. Água disponível

Outros procedimentos ainda são utilizados para determinação da quantidade da água de irrigação. Um processo ainda bastante utilizado se baseia na "água disponível", que é a água do solo contida entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). Este conceito limita a disponibilidade de água para as plantas àquele intervalo, embora se saiba que a água do solo quando este estiver saturado (umidade acima da capacidade de campo) ou muito seco (umidade menor que o ponto de murcha permanente), também está disponível. Para a planta sobreviver nestas duas condições extremas, mesmo exposta por curtos períodos, depende de sua capacidade de adaptação.

### 3.6. Capacidade de campo e ponto de murcha permanente

Capacidade de campo (CC) que equivale a 100% de água disponível, tem sido definida como a quantidade de água retida pelo solo após a drenagem do excesso, o que geralmente ocorre até 2 dias após uma chuva ou irrigação, sendo que no CNP de Hortaliças corresponde a um potencial matricial de  $-0,1$  atm, na profundidade de 15 cm. O ponto de murcha permanente (PMP), equivale a 0% de água disponível, como o próprio nome indica, é a umidade do solo em que as plantas murcham e, mesmo que ocorra chuva ou irrigação, não se torna túrgidas novamente. Corresponde a um potencial matricial de  $-15$  atm. A umidade do solo contida entre 0 e 100% de água disponível para uma camada de solo de profundidade P, tem sido definida com a capacidade deste solo, naquela camada, de agir como um reservatório de água para as plantas.

Nos de solos de cerrado no CNP de Hortaliças, a capacidade de campo a 15 cm de profundidade corresponde, a um potencial matricial de  $-0,1$  atm, aproximadamente, e a 37,6% de umidade com relação ao peso do solo seco. Nestes tem sido observado que o teor de água disponível, mínimo, que deve ser mantido no solo para que a cultura atinja seu desenvolvimento máximo é de 40%, aproximadamente, o que significa que em cada irrigação deve-se adicionar 60% da água disponível,

### 3.7. Cálculo - Água disponível

O cálculo da quantidade de água utilizando-se do conceito de água disponível, é feito de modo semelhante ao descrito anteriormente:

$$D = \frac{CC - PMP}{100} \cdot d \cdot P \cdot K \quad \text{onde,}$$

D = lâmina líquida a ser aplicada por irrigação em mm

CC = capacidade de campo em % de umidade com base no solo seco

PMP = ponto de murcha permanente em % de umidade com base no solo seco

d = densidade global do solo ( $\text{g/cm}^3$ )

P = profundidade efetiva do sistema radicular em mm

K = percentagem de água que deve-se repor ao solo para levá-lo à capacidade de campo.

Para o caso do CNP de Hortaliças para a irrigação do alho utilizando-se o conceito de água disponível, a lâmina líquida d'água, será:

$$D = \frac{37,6 - 24,3}{100} \times 1,05 \times 300 \times 0,6 = 25,1 \text{ mm}$$

Convém salientar que o cálculo criterioso da quantidade de água para cada irrigação só trará benefício ao agricultor, ou seja, se as lâminas são excessivas, haverá lixiviação de nutrientes e maior consumo de energia para bombeamento (cada mm a mais corresponde ao bombeamento

de 10.000 litros para cada hectare irrigado).

#### 4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Evapotranspiração, ou uso consuntivo, é a soma da água perdida em forma de vapor da superfície da planta e do solo. Representa o consumo de água pelas plantas em bora não se considere a água de constituição dos tecidos (cerca de 1% do total) e a água perdida em forma de gutação.

Pelo próprio conceito de irrigação, o correto seria repor continuamente, ao solo toda a água evapotranspirada pela cultura, para que a planta nunca viesse sofrer os efeitos da sua ausência.

A evapotranspiração, além de ser uma característica de cada cultura, depende também das condições de solo e, principalmente, de clima, tais como: temperatura e umidade relativa do ar, insolação, velocidade e direção de ventos, etc. O balanço hídrico, como é denominado o processo de determinação de evapotranspiração, pode ser feito de diferentes maneiras, desde o uso de lisímetros e avançados conceitos de movimento de água no solo, até a utilização de fórmulas empíricas tais como as de: Penam, Thornthwaite, Blaney-Criddle, Hargreaves, etc. que se utilizam basicamente das condições climáticas.

A evapotranspiração varia com o desenvolvimento e fenologia da planta, e no início do ciclo é praticamente fun

ção da evaporação do solo. Algumas espécies de desenvolvimento tanto que cobrem totalmente o solo a partir da metade do ciclo, ficando a evapotranspiração em função quase que exclusivamente de transpiração.

O alho pela sua própria anatomia, com pseudocaulo cilíndrico formado pelo agrupamento de folhas lanceoladas que reduz sua projeção, e pela sua relativamente baixa densidade de plantio, tende a ser uma planta expositora do solo onde é cultivada. Nessa situação, a evapotranspiração parece depender mais da evaporação do solo em todo o ciclo, não seguindo portanto, o conceito prático de que na maioria das plantas cultivadas metade de evapotranspiração se deve a evaporação do solo e a outra metade à transpiração da planta.

Trabalhos de pesquisa no Distrito Federal estão em andamento no sentido de determinar a evapotranspiração da cultura para a região. Na falta destas informações tem-se estimado, que o alho evapotranspira 4,5 e 6 mm de água diariamente, para o primeiro, segundo e terceiro terços do seu ciclo de desenvolvimento. No CNP de Hortaliças a utilização do valor de 5 mm/dia para a evapotranspiração do alho durante todo seu ciclo, tem mostrado bons resultados.

## 5. FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO OU TURNO DE REGA

Quando as irrigações do alho são feitas através do

controle dos níveis de umidade do solo, o conhecimento do valor da evapotranspiração para o cálculo do turno de rega (TR) deixa de ser importante porque parte-se do princípio de que o potencial em que serão feitas as irrigações é aquele que melhor favorece a planta. O turno de rega variará de acordo com as necessidades hídricas da cultura ao longo de seu ciclo.

Por outro lado, quando se utiliza o conceito de água disponível do solo, o turno de rega é facilmente determinado, pois é função apenas da evapotranspiração (ET) e da quantidade de água que se deve aplicar por irrigação. O turno de rega (TR) pode ser expressado como sendo:

$$TR = \frac{D}{ET} \quad \text{onde,}$$

TR = turno de rega ou intervalo entre duas irrigações em dias

D = lâmina líquida de irrigação em mm

ET = evapotranspiração da cultura em mm/dia

Como exemplo com o caso do CNP de Hortaliças, onde D = 25,14 mm e tomando-se ET = 5 mm/dia, teremos:

$$TR = \frac{25,14 \text{ mm}}{5 \text{ mm/dia}} = 5,03 \text{ dias}$$

Neste caso, aproxima-se o TR para 5 dias, para se ter mais segurança de que a cultura não sofrerá efeitos da ausência de água.

## 6. TEMPO DE IRRIGAÇÃO

O tempo de irrigação (TI) é outro ponto importante para uma irrigação bem feita. Vários aspectos devem ser levados em consideração no cálculo do tempo de aplicação da água. Dentre eles destacam-se o próprio sistema de irrigação, a capacidade de infiltração e o tipo de solo. Estes fatores estão intimamente correlacionados. O sistema de irrigação escolhido deverá fornecer água ao solo, seja em forma de chuva ou diretamente sobre a sua superfície, em intensidades inferiores ou, no máximo, iguais à capacidade de infiltração do tipo de solo considerado principalmente, para evitar o escoamento superficial da água.

### 6.1. Infiltração da água no solo

A determinação das características de infiltração de água no solo tem muita importância e deve ser feita periodicamente no próprio local de instalação da cultura. Um solo intensamente cultivado tem suas características de infiltração afetadas, principalmente, pela compactação causada com o tráfego de máquinas e implementos agrícolas. O uso constante de certos implementos, como o arado de discos, também tende a formar uma camada mais resistente logo abaixo da zona trabalhada.

Para cada método de irrigação, existem os procedimentos considerados adequados para aquelas determinações. Entretanto, nem sempre as informações a respeito da infiltração da água no solo, mesmo obtidas criteriosamente, as

seguram completa certeza do sucesso das irrigações. É sabido que irrigações periódicas por aspersão associadas ou não a certas práticas culturais mecanizadas, tendem a compactar os solos, diminuindo a capacidade de infiltração, pelo impacto das gotas de chuva sobre a superfície do terreno. As irrigações por sulcos, que formam uma camada de água sobre o solo, criando inclusive uma carga de pressão, podem torná-lo menos permeáveis à medida que o tempo passa, por forçar a migração das partículas para as camadas logo abaixo da superfície.

Os solos de cerrado do Distrito Federal são reconhecidamente, bastante permeáveis e apresentam alta capacidade de infiltração de água. Em irrigação de alho por aspersão, por exemplo, no CNP de Hortaliças tem-se utilizado de precipitações de até 20 mm/h durante todo o ciclo sem problemas de escoamento superficial.

## 6.2. Cálculo

O cálculo do tempo de irrigação é função da lâmina bruta ( $D_b$ ) e da intensidade de aplicação do sistema de irrigações. No exemplo que se mostrou, considerando uma eficiência de aplicação de 75%, tem-se:

$$D_b = \frac{25,1 \text{ mm}}{0,75} = 33,5 \text{ mm}$$

Se, para aplicar essa lâmina em um sistema de irrigação por aspersão que, de acordo com suas característi -

cas de funcionamento, permite uma precipitação de 18,0 mm/h, por exemplo, o tempo de irrigação (TI) será:

$$TI = \frac{33,5 \text{ mm}}{18,0 \text{ mm/h}} = 1,86 \text{ horas ou } 1:52 \text{ horas de irrigação.}$$

No caso de se aplicar a mesma lâmina, com a mesma eficiência (mesma  $D_b$ ), em sulcos espaçados de 0,8 m e 25 m de comprimento e que apresentam uma taxa de infiltração média de 0,02 l/s/m de sulco, por exemplo, o procedimento para o cálculo do tempo de irrigação é o seguinte:

a) Cálculo do volume d'água/sulco (V)

. Área de cada sulco =  $0,8 \times 25 = 20\text{m}^2$

. Lâmina bruta a aplicar = 33,5 mm

$$V = 20\text{m}^2 \cdot 33,5/1000\text{m} \cdot 1000 \text{ l} = 670,4 \text{ litros}$$

b) Cálculo da vazão reduzida q em l/s (entrado no sulco)

. Capacidade de infiltração do solo = 0,02 l/s/m

. Comprimento do sulco = 25m

$$q = 25\text{m} \cdot 0,02 \text{ l/s/m} = 0,5 \text{ l/s}$$

$$\text{então, } TI = \frac{V(\text{l})}{q(\text{l/s})} = \frac{670,4}{0,5} = 1341 \text{ segundos ou aproximadamente } 23 \text{ minutos.}$$

Este então, é o tempo que a água deve permanecer no sulco, após ter chegado ao final, para a aplicação da lâmina desejada.

## 7. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO UTILIZADOS

A irrigação na cultura do alho pode ser feita através de qualquer sistema de irrigação, desde que este preencha certos requisitos com relação a própria cultura e com aspectos técnicos e econômicos. Muitas vezes, a seleção do método de irrigação se prende muito mais a aspectos econômicos do que técnicos. Denomina-se método ou sistema de irrigação o processo pelo qual a água é colocada à disposição das plantas, existindo portanto, dos mais rústicos aos mais sofisticados, mais ou menos eficientes, dentro das características de cada um. No Distrito Federal, os métodos de irrigação mais promissores para a cultura do alho, são o de aspersão e de sulcos, apesar de ambos enfrentarem dificuldades para um funcionamento mais eficiente. O grande problema da irrigação por aspersão diz respeito a alta velocidade dos ventos na região reduzindo enormemente a uniformidade de distribuição da água e a sua eficiência de aplicação. Com relação ao método de sulcos, o fator limitante é a alta permeabilidade dos solos que limita, o comprimento e o espaçamento dos sulcos e afeta a eficiência do método. Com o incentivo que o governo vem dando através do programa de aproveitamento de várzeas inundáveis - PROVÁRZEAS, as possibilidades dos agricultores aumentam com a incorporação destas áreas ao processo produtivo. Nestas várzeas pode-se utilizar o método de irrigação subterrânea, que nada mais é do que o manejo criterioso do lençol freático para

suprir as necessidades da planta.

## 7.1. Considerações sobre métodos de irrigação no Distrito Federal

### 7.1.1. Aspersão

Irrigação por aspersão é o processo de aplicação de água em forma de chuva artificial. Normalmente esta chuva é obtida pela ação do fluxo da água sob pressão dentro de uma tubulação através de estruturas especiais denominadas aspersores. Não considerando a forma mais primária da irrigação por aspersão, que é o uso de regadores, este método requer a utilização de uma imensa gama de materiais e equipamentos para seu funcionamento. Este método apresenta uma série de vantagens e desvantagens, principalmente quando comparado com o método de sulcos. As principais vantagens são: possibilidade de seu uso em, praticamente, qualquer tipo de solo e condições topográficas, permite irrigações noturnas, aplicação de fertilizantes solúveis, etc. Como desvantagens, pode-se citar: exige um grande investimento inicial, é muito influenciado pelos ventos e lava a parte aérea das plantas diminuindo a eficiência de pulverizações.

Para se fazer irrigação por aspersão eficientemente em uma cultura, o agricultor deve providenciar um projeto, pois existem várias firmas e pessoas especializadas no assunto atuando na região. A elaboração do projeto para alcançar sua finalidade maior, em termos de eficiência e

economia, deve contar com informações obtidas em plantas plani-altimétricas e mapas de solos da propriedade, além do levantamento dos recursos hídricos disponíveis e informações inerentes à própria cultura, principalmente o seu consumo de água. As características de infiltração e de retenção de água no solo devem ser determinadas, e os dados climáticos devem ser levados em consideração no planejamento do sistema.

#### 7.1.1.1. Sistemas de aspersão

A irrigação por aspersão pode ser classificada em: sistema fixo, sistema portátil e sistema mecanizado. O sistema fixo ou permanente de irrigação por aspersão se caracteriza por não sofrer mudanças de tubulação. Torna-se por isso muito caro e aplica-se melhor para pequenas áreas, tais como: gramados e campos de esporte ou em outras condições especiais onde há escassez de mão-de-obra. Portanto, para a cultura do alho este sistema tem poucas possibilidades de utilização.

No Distrito Federal, o sistema mais utilizado na cultura do alho é o portátil. Este sistema, basicamente é composto de bomba, tubulação principal e secundária, aspersores e acessórios. O dimensionamento de um sistema de irrigação por aspersão deve levar em consideração a importância que tem cada um daqueles componentes para que o sistema cumpra eficientemente o seu papel principal. É muito comum os agricultores disporem de um conjunto mo

to-bomba, alguns tubos e aspersores adquiridos, às vezes, sem nenhum critério técnico, desejarem fazer irrigação . Neste caso, dificilmente são bem sucedidos.

O sistema de aspersão portátil deve atender todas as necessidades da planta com relação a quantidade e uniformidade de aplicação de água. Os baixos índices de umidade relativa do ar e os fortes ventos no período em que se desenvolve o alho no Distrito Federal, afetam enormemente a eficiência de aplicação de água por meio de aspersores, sendo que o projeto deve prever estas situações extremas, com flexibilidade de manejo. A disposição dos aspersores no campo que pode ser: quadrada, retangular ou triangular, tem muita influência no bom andamento da irrigação. A disposição em triângulo é a mais difícil de manusear no campo, pois a posição dos aspersores pode confundir a pessoa que trabalha na movimentação do material. As mais práticas são as disposições em quadrados e retângulos. Nas condições de ventos da região, a disposição retangular é mais indicada, sendo que o lado maior do retângulo deve corresponder ao espaçamento entre linhas laterais. As linhas laterais, sempre que possível, devem ser dispostas perpendicularmente a direção do vento, e também serem espaçadas entre si, em função da velocidade do vento e do diâmetro de molhamento dos aspersores. Nas condições do Distrito Federal onde a velocidade média do vento é em torno de 10 km/h o espaçamento entre laterais deve ser pelo menos, igual ao raio de alcance do aspersor utilizado.

Quando se usa aspersores pequenos, com diâmetro de bocais em torno de 5mm e funcionando com pressões de 2 a 3 kg/cm<sup>2</sup> pode-se utilizar espaçamentos quadrangulares de 12 x 12 m ou retangulares de 12 x 18 m para se obter boa eficiência de aplicação de água. Testes destes aspersores, com espaçamento de 12 x 12 m, pressão de serviço médio de 2,9 kg/cm<sup>2</sup>, feitos na CNP de Hortaliças tem mostrado que a eficiência de aplicação de água está situada em torno de 65%, para velocidade de vento de 8 km/h, aproximadamente.

A utilização de sistemas de aspersão portáteis na cultura do alho também permite o uso de aspersores tipo canhão, que são aqueles que trabalham com pressões mais elevadas, e com maiores vazões, permitindo maior rendimento nos trabalhos relativos a mudanças de posição. No CNP de Hortaliças a cultura do alho, assim como outras, já vem sendo irrigada com aspersores que fornecem vazões de até 8 l/s cada um, permitindo espaçamentos de 42 x 42 m com sensíveis melhoras de rendimento da mão-de-obra bem como na economia de tubulação. O projeto de um sistema de aspersão utilizando aspersores tipo canhão segue os mesmos procedimentos de cálculo dos sistemas que usam aspersores menores. Naturalmente, que dispõe de um sistema que utiliza aspersores pequenos, não pode simplesmente decidir pelo uso de canhões, sendo que para isso devem ser feitos ajustes ou mesmo um completo redimensionamento do sistema, que pode alterar desde o diâmetro das tubulações

até a potência do conjunto moto-bomba.

Os sistemas de aspersão mecanizados para culturas que permitam seu uso, surgiram no sentido de reduzir a mão-de obra nas mudanças de tubulações e aspersores dentro da área plantada. Entre os vários sistemas, os mais conhecidos são: Pivot central e autopropelido. A utilização de um ou de outro sistema depende, principalmente da topografia do terreno e do tamanho da área a ser irrigada, pois estes tipos de aspersão são recomendados para áreas relativamente grandes. Por outra lado, para a cultura do alho no Distrito Federal, até o presente, apenas o sistema autopropelido ou "traveler", se apresenta com potencial de uso.

O sistema autopropelido é um aperfeiçoamento do sistema portátil que utiliza canhões. Consiste em um aspersor de grande alcance, montado sobre uma carreta com rodas que se movimenta em linha reta irrigando uma faixa de terreno que varia de 80 a 180 m de largura e de 400 a 600 m de comprimento. O seu movimento é gerado por um mecanismo hidráulico e é orientado por um cabo de aço ancorado na outra extremidade da faixa a irrigar. A alimentação é feita através de uma mangueira de alta pressão com comprimento igual à metade da faixa, que no momento das mudanças é enrolada em um carretel gigante que acompanha ou vem acoplado na carreta do aspersor. Em uma faixa de 500 m de comprimento, gasta em torno de 6 a 10 horas de serviço, sendo que para a mudança, geralmente utiliza-se trator ou

tração animal.

### 7.1.2. Sulcos

O método de irrigação por sulcos é o processo de aplicação de água mais difundido no mundo por ser relativamente barato e adaptar-se, praticamente a todas as culturas e tipos de solos. O processo se baseia em se fazer a água correr em sulcos localizados paralelamente às fileiras de plantas por um tempo suficiente para que a água se infiltre no solo, umedecendo a zona ocupada pelas raízes da planta.

Como todos os métodos de irrigação tem vantagens e desvantagens. A principal vantagem diz respeito ao fato do método de sulcos não molhar toda a superfície do solo, diminuindo assim as perdas por evaporação também reduzindo a formação de crostas no terreno. Como desvantagens pode-se citar o fato do terreno geralmente necessitar de sistematização, além do método requerer muita mão-de-obra para as irrigações. Também não é muito recomendável o emprego deste método de irrigação em solos excessivamente permeáveis.

Vários fatores são determinantes com relação as características dos sulcos de irrigação. Dentre estes fatores destacam-se: o formato dos sulcos, o espaçamento, a declividade, o comprimento e a vazão. A forma do sulco geralmente é função do implemento utilizado para sua construção, sendo que normalmente a forma mais comum é o tipo

V, com 15 cm de profundidade e 25 cm de largura na par  
te superior, aproximadamente.

O espaçamento dos sulcos, via de regra, depende do  
espaçamento da cultura a irrigar e também do tipo de so  
lo. O espaçamento entre os sulcos deve ser tal que, atra  
vés do movimento lateral, a água de irrigação umedeça a  
zona ocupada pelas raízes da planta antes que, através do  
movimento vertical descendente, a água atinja profundida-  
de maiores do que a efetiva do sistema radicular, produ-  
zindo perdas por percolação. Em solos leves ou permeáveis,  
o espaçamento dos sulcos deve ser o menor possível, pois  
nestes tipos de solo o movimento vertical é muito gran  
de em comparação com o movimento lateral da água.

A declividade dos sulcos, está diretamente relaciona-  
do com o tipo de solo, com o comprimento do sulco e com  
a quantidade de água a aplicar. Por influenciar diretamen-  
te a velocidade da água, a declividade tem muita importân-  
cia no que se refere a erosão do sulco. Estes podem ser  
completamente em nível (0%) assim como podem ter até 3%  
ou mais de declividade. Quando se usa sulcos fechados em  
uma extremidade, a declividade deve ser a menor possível.

A vazão, ou volume de água que passa por uma secção do  
sulco em um determinado tempo, depende fundamentalmente da  
declividade e da capacidade de infiltração do solo. Dentro  
de um certo limite, quanto maior for a declividade me  
nor deve ser a vazão da água no sulco, visando reduzir os

riscos de erosão. A vazão máxima não erosiva é determinada empiricamente pela expressão:

$$Q = \frac{0,63}{S} \quad \text{onde,}$$

Q = vazão máxima não erosiva em l/s

S = declividade do sulco em %

Com relação a capacidade de infiltração do solo, esta diminui a medida que o tempo passa, sendo que seria necessário durante uma irrigação, redução de vazão para que não houvessem muitas perdas da água no final do sulco. Entretanto, como na maioria dos casos os tempos de irrigação não são tão longos, utiliza-se na prática uma vazão maior para a água atingir o final do sulco (avanço) e outra menor (reduzida) para irrigar propriamente, atendendo a capacidade de infiltração do solo.

Com relação ao comprimento do sulco, este depende de uma série de fatores, desde o tamanho da gleba até a disponibilidade de mão-de-obra, incluindo a natureza do solo e da cultura que se deseja irrigar. O comprimento deve ser o maior possível, desde que favoreça uma boa uniformidade de aplicação de água. Em solos leves e permeáveis os sulcos devem ser mais curtos para diminuir as perdas por percolação que ocorrem no início. A lâmina d'água a aplicar por irrigação também influencia no comprimento do sulco, podendo este ser maior, quanto maior for a quantidade de água a aplicar.

Em solos de cerrado do CNP de Hortaliças tem sido observado que a cultura do alho pode perfeitamente ser irrigada por sulcos espaçados de 60-80 cm com duas fileiras de plantas entre dois sulcos, cujo comprimento pode ser de 30 a 50 m, com declividade em torno de 0,5%, utilizando-se de vazões de avanço de 1 a 1,5 l/s e reduzindo à metade para fazer a irrigação propriamente dita. Esta forma de manejo da irrigação por sulcos nos solos de cerrado, tem permitido eficiências de aplicação variando de 50 a 80%, para lâminas d'água em torno de 20mm.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M.T. Competição entre cultivares de alho. Brasília, FZDF, s.d. 6p. (Trabalho apresentado no I Seminário de Fitotecnia do DF).
- CARRIJO, O.A. Manejo da irrigação por gotejamento em duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.). Piracicaba, ESALQ, 1980. 96p. (Tese mestrado).
- DAKER, A. Irrigação e Drenagem In: \_\_\_\_\_. A água na agricultura. Rio de Janeiro. 257p. 1978.
- DEMATTE, J.B.I.; BERNARDI, J.B.; IGUE, T. & ALVES, S. Irrigação do alho. Campinas Instituto Agrônômico, 1974. 20p. (Boletim Técnico).

GARCIA, A.; COUTO, F.A.A. Influência da irrigação no crescimento, produção e superbrotamento do alho (Allium sativum L.). R.Oleric., 4:147-159, 1964.

MASCARENHAS, M.H.T. Clima, cultivares, épocas de plantio e alho-planta. Inf.Agropec., Belo Horizonte, 4:(48): 15-24, dez. 1978.

OLITTA, A.F.L. Os métodos de irrigação. São Paulo, Nobel, 267p. 1978.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 3.ed. São Paulo. Fundação Cargill - CENA/USP, 1975. 285p.

SANS, L.M.A.; MENEZES SOBRINHO, J.A.; NOVAIS, R.F. & SANTOS, H.L. Efeito da cobertura morta, no cultivo do alho, sobre a umidade e algumas características químicas do solo. R.Ceres, Viçosa, 21(114):91-104, 1974.

SILVA, W.L.C.; MENEZES SOBRINHO, J.A. & CARRIJO, A.O. Influência de potenciais mínimos da água do solo na produtividade de três cultivares de alho (Allium sativum L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20., Brasília, 1980. Resumos. Brasília, EMBRATER/EMBRAPA/SOB, 1980.

SILVA, W.L.C.; MENEZES SOBRINHO, J.A.; REIS, N.V.B.;  
CARRIJO, O.A. & CORDEIRO, C.M.T. Efeitos de tipos de  
cobertura do solo e frequência de irrigação na cultura  
do alho (Allium sativum L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., Brasília, 1981. Anais.  
Brasília, SBEA, 1981.

SPRINKLER IRRIGATION ASSOCIATION, Silver Spring, USA.  
Sprinkler irrigation. 3.ed. Silver Spring, 1973.  
101p. (Suplemento).

A N E X O

QUADRO I. DADOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA, UMIDADE, INSOLAÇÃO, COMPRIMENTO DE DIA E PRECIPITAÇÃO DA ESTAÇÃO AGRÍCOLA CLIMATOLÓGICA DO CNP DE HORTALIÇAS - 1971 A 1979.

MÊS	TEMPERATURA °C		UMIDADE RELATIVA %	INSOLAÇÃO h/décimo	COMPRIMENTO dia h/mín.	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA mm	EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE A (mm/dia) *	
	Máx.	Mín. Média						
JANEIRO	27,8	17,2	22,5	72	173,6	12,53	203,9	4,42
FEBREIRO	27,7	17,3	22,5	73	168,7	12,30	193,8	5,30
MARÇO	27,9	17,2	22,5	74	167,8	12,05	189,7	5,79
ABRIL	27,6	16,6	21,9	71	157,9	11,38	149,0	4,91
MAIO	26,7	14,9	20,6	64	229,7	11,17	32,4	5,24
JUNHO	26,6	13,1	19,9	58	257,0	11,09	3,9	5,25
JULHO	26,5	12,9	19,7	51	286,6	11,16	4,3	6,40
AGOSTO	28,9	14,8	21,8	44	277,5	11,36	9,0	8,25
SETEMBRO	29,3	16,8	25,0	49	217,9	12,03	42,5	7,33
OUTUBRO	28,0	17,5	22,0	65	168,8	12,29	181,7	8,33
NOVEMBRO	27,1	18,0	22,6	73	126,6	12,52	223,3	5,38
DEZEMBRO	27,2	17,8	22,5	74	138,5	13,01	241,9	5,05

\* Dados disponíveis apenas para os anos de 1978 e 1980.