

Capítulo 9

Aplicação de Produtos Químicos Via Irrigação (Quimigação)

*Ricardo Augusto Lopes Brito
José Maria Pinto*

Introdução

Quimigação é o processo de aplicar produtos químicos via água de irrigação. Esse processo consiste em introduzir uma solução (fertilizante, inseticida, fungicida, herbicida ou nematicida) no interior da tubulação ou na lateral do sistema e desta para o ponto extremo de distribuição, que pode ser o aspersor, o difusor ou o gotejador.

O princípio da quimigação preconiza o uso de agroquímicos solúveis em água e de equipamentos específicos para injetar a solução nas linhas de irrigação. A quimigação é praticada há séculos, inicialmente usada com efluentes líquidos de origem animal, baseada na aplicação de fertilizantes nitrogenados. A partir dos anos 1970, houve um aumento expressivo no uso de produtos químicos – como herbicidas, fungicidas, inseticidas e nematicidas –, utilizando o sistema de irrigação sob pressão. Atualmente, os bioinseticidas e os vírus estão ocupando um espaço vital no controle biológico das pragas em culturas de expressão econômica nos trópicos.

A disseminação e a adoção da tecnologia global da quimigação está concentrada nas inúmeras vantagens comparativas que o método oferece (COSTA et al., 1986), entre elas o de ser mais econômico aplicar produtos químicos por meio da água de irrigação do que utilizar qualquer outro método de aplicação convencional.

A aplicação ocorre no momento em que a planta necessita, apresentando as seguintes vantagens: aplicação do produto em qualquer fase do ciclo da cultura, fácil parcelamento e satisfatório controle, evitando doses excessivas e, conseqüentemente, perdas por lixiviação e escoamento superficial se chuvas pesadas vierem a ocorrer após a aplicação, minimizando, dessa forma, os impactos ambientais. Como vantagem adicional, a quimigação acarreta uma menor possibilidade de contaminação do operador e do meio ambiente.

Os sistemas pressurizados são os mais indicados para a fertigação, destacando-se a irrigação localizada, especialmente a por gotejamento (GOLDBERG; SHMUELI, 1970; BRESLER, 1977), em virtude de suas características e da forma de aplicação de água pontual na zona de concentração das raízes das plantas. A utilização desse método de irrigação promove a melhoria da eficiência do uso dos fertilizantes, reduz as perdas dos fertilizantes por lixiviação, melhora o controle da concentração de nutrientes no solo e economiza mão-de-obra e energia (VIDAL, 2003).

Existem ainda vários aspectos favoráveis à aplicação de fertilizantes, utilizando-se dos sistemas de irrigação localizada; todavia, o mais importante é que a aplicação seja feita de forma correta, a fim de evitar obstruções na tubulação e nos emissores (Pinto e Soares, 1990).

O objetivo deste capítulo é discutir os métodos de aplicação dos produtos químicos por meio da água, suas vantagens e desvantagens.

Métodos de injeção de produtos químicos

Os métodos de aplicação de agroquímicos via irrigação foram desenvolvidos para proporcionar uma alta uniformidade de aplicação, conforme a distribuição de água do sistema, numa eficiente e econômica alternativa, quando comparada às técnicas convencionais de aplicação. Maximiza-se assim a utilização do equipamento de irrigação e reduzem-se os custos de aplicação dos produtos químicos.

Os métodos de injeção de produtos químicos pela água de irrigação podem ser classificados (MCCULLOCH; SCHRUNK, 1969; COSTA et al., 1986; HAMAN et al., 1990) em diversos grupos, conforme o enfoque desejado. Didaticamente, podem ser classificados em quatro grupos, ou seja: bomba centrífuga (bomba dosadora, pressão positiva e negativa), diferencial de pressão (Venturi e "Vaquinha"), gravidade e/ou superficial (carga estável, variável e orifício), conforme se vê na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos métodos de injeção de produtos químicos via água de irrigação por aspersão e superfície.

Bomba centrífuga	Diferencial de pressão "peças especiais"	Combinado	Gravidade/superfície
A – Recalque Pressão positiva	A – Venturi	A – Potencial gravitacional	A – Orifício
B – Sucção Pressão negativa	B – "Vaquinha"	+ bomba auxiliar	B – Carga variável
C – Bomba dosadora			C – Carga constante

Bomba centrífuga

Este método é composto de pressão positiva, pressão negativa e bomba dosadora. Baseia-se na adição de energia ao sistema e no aproveitamento da pressão negativa do corpo da bomba no trecho de sucção do conjunto.

Pressão positiva

Efetiva-se uma pressão positiva maior do que a do sistema de irrigação, por meio de um conjunto motobomba auxiliar, de forma que as características técnicas do interior satisfaçam a área, o volume e as doses a serem aplicadas (Fig. 1).

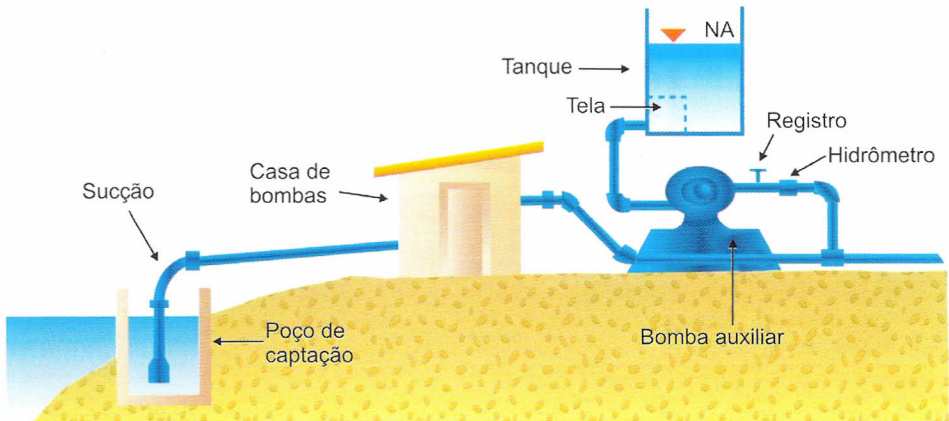


Fig. 1. Esquema de instalação de um sistema de captação de água para irrigação por aspersão acoplado ao método de pressão positiva.

Ilustração: Idmar Pedro.

O princípio básico de funcionamento do método da pressão positiva é que a pressão desenvolvida pela motobomba auxiliar tem que ser maior do que a pressão desenvolvida pelo conjunto motobomba principal do sistema de irrigação.

É necessária uma fonte de energia externa para operar o conjunto motobomba auxiliar. Esse processo de pressão positiva é muito usado nos sistemas de irrigação nos quais o conjunto motobomba principal encontra-se submerso.

As partes internas do conjunto motobomba auxiliar devem ser de material não-corrosivo, porque vai bombear uma solução de produtos químicos do tanque para a linha de irrigação.

Pressão negativa (vácuo)

A pressão negativa ou vácuo é criada no interior do corpo da bomba e é transmitida em forma de sucção para a tubulação de sucção do conjunto motobomba. A Fig. 2 mostra o tubo de sucção, o local da admissão da solução do produto químico, o tanque, o conjunto motobomba e a linha principal.

A calibração e o controle da admissão da solução por meio da sucção são feitos por um registro; já o volume introduzido é determinado por um hidrômetro. Atuando no registro, permitir-se-á a entrada de um maior ou de um menor volume da solução contida no tanque.

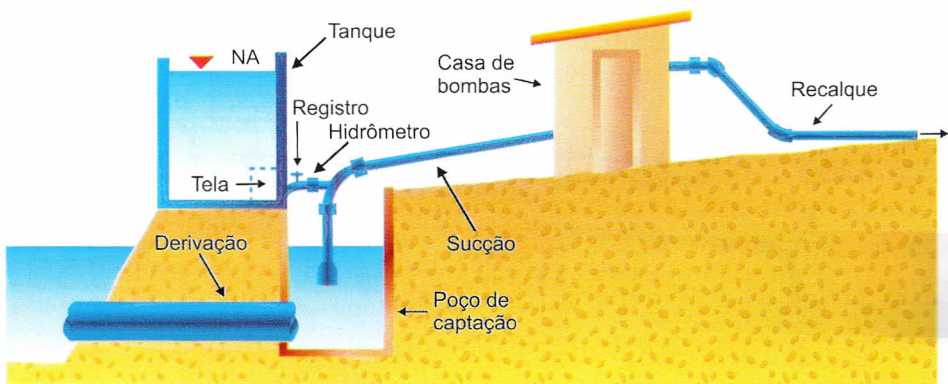


Fig. 2. Esquema de instalação de um sistema de captação de água para irrigação por aspersão acoplado ao método de pressão negativa.

Ilustração: Idmar Pedro.

Diferencial de pressão “peças especiais”

O princípio em que se baseia este método é o de transformação da forma de energia, ou seja, a energia de pressão transforma-se em energia de velocidade, que, por sua vez, transforma-se em energia de pressão, e esta última, por fim, em energia de velocidade novamente. Esse ciclo de transformação dá-se com uma perda mínima de energia.

A água, passando através de uma contração (área de seção constrita menor do que a área de seção da tubulação principal), aumenta a velocidade.

Segundo o teorema de Bernoulli, parte da energia da água é transformada em energia cinética, ocorrendo uma perda de energia gravitacional e de pressão.

É essencial a existência de um depósito pressurizado, ou seja, que resista à pressão de serviço desenvolvida pelo conjunto motobomba do sistema de irrigação.

Sistema Venturi

É constituído de uma peça especial, que consiste numa gradual seção convergente, seguida de uma gradual transição divergente, para igual diâmetro da tubulação principal (Fig. 3).

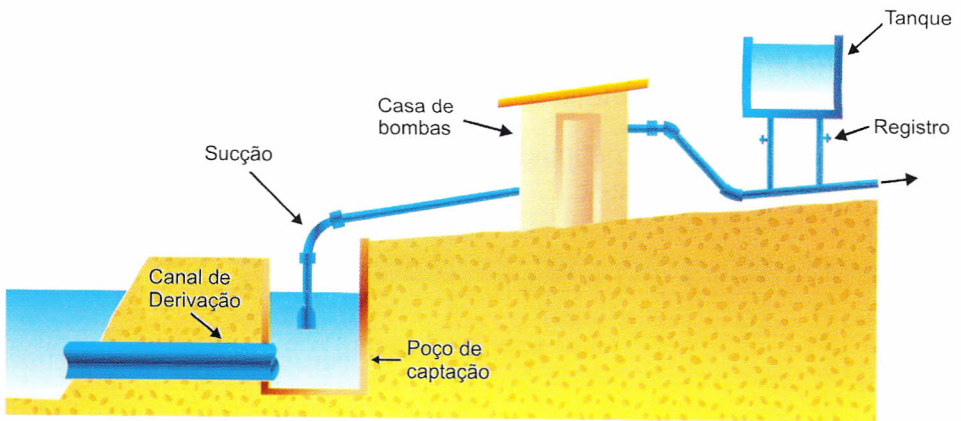


Fig. 3. Esquema de instalação de Venturi em um sistema de irrigação por aspersão.

Ilustração: Idmar Pedro.

O princípio físico que rege esse processo está descrito pela equação de continuidade e pelo teorema de Bernoulli.

A Fig. 4 mostra que a vazão no ponto 1 é igual à vazão no ponto 2, isto é:

$$Q_1 = Q_2 = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

em que:

A = área; v = velocidade; Q = vazão.

Se $A_1 > A_2$, logo $v_1 < v_2$. Evocando o princípio de transformação de energia de velocidade, logo $h_1 > h_2$, provoca-se um diferencial de pressão entre o depósito de solução pressurizada e o ponto 2, no Venturi, de injeção dos produtos químicos no sistema de irrigação.

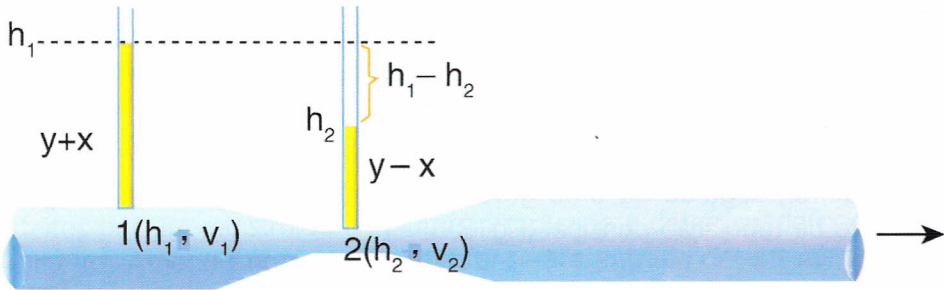


Fig. 4. Detalhe de um sistema Venturi.

A equação 1 é a da continuidade. Aplicando-se a equação de Bernoulli entre os pontos 1 e 2, tem-se:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \quad (2)$$

em que:

z = energia de posição gravitacional.

P = pressão.

v = velocidade.

γ = peso específico da água.

g = gravidade.

h_f = perda de carga.

A vantagem de injetores que utilizam o sistema Venturi é a simplicidade do dispositivo, bem como seu preço, bem acessível, sua manutenção e sua durabilidade, além de que dispensa uma fonte de energia especial. Como limitação, pode-se citar a grande perda de carga provocada pelo estrangulamento da tubulação, que pode variar de 10 % a 50 % da pressão de entrada (PASCUAL, 1996), dependendo do modelo. Entretanto, há soluções alternativas para contornar essa limitação, como a instalação do injetor com uma bomba auxiliar.

Sistema Venturi dotado de uma bomba auxiliar

Uma bomba auxiliar pode ser instalada para proporcionar o diferencial de pressão necessário para a injeção do fertilizante através do Venturi (Fig. 5), tendo, porém, como desvantagem o custo mais elevado de instalação do sistema. Em muitos casos, quando se quer evitar grandes perdas de carga, instala-se um pequeno equipamento de bombeamento antes do Venturi.

O cálculo da pressão que deve fornecer o equipamento de bombeamento é feito por meio da equação:

$$H' = H * \frac{\Delta p}{1 - \Delta p} \quad (3)$$

em que:

Δp = perda de carga do Venturi, em decimal.

H = pressão da rede.

H' = pressão a fornecer pelo equipamento de bombeamento.

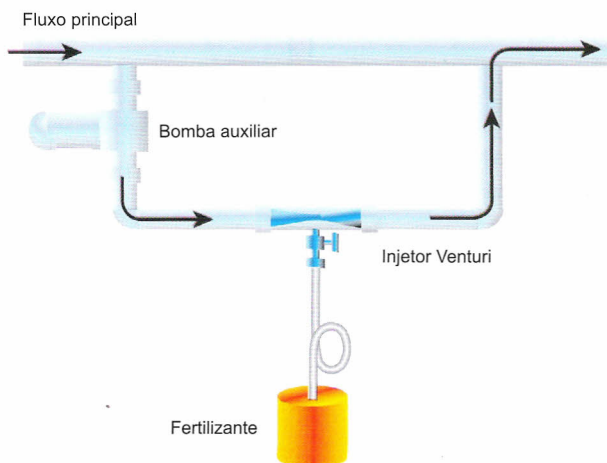


Fig. 5. Instalação de Venturi utilizando bomba auxiliar.

Ilustração: Idmar Pedro.

“Vaquinha”

É um dispositivo composto de dois tubos de Pitot (COSTA; BRITO, 1988; EMBRAPA, 1988), em que um dos tubos tem extremidade voltada para a direção do fluxo d’água, e o outro tem a extremidade para a direção oposta do fluxo d’água (Fig. 6).

O princípio de funcionamento em que se baseia é o de transformação de energia (Fig. 6), no qual os componentes de pressão e de velocidade estão envolvidos.

Conectando-se esse par de tubos de Pitot ao interior de um tanque fechado (Fig. 7), parte da vazão da linha será desviada para o interior do tanque, onde se encontra a solução, a qual será injetada na linha lateral.

A injeção de produtos químicos por esse processo materializar-se-á por meio da diferença de pressão existente entre os pontos 1 e 2, expressa pelo componente $h_1 - h_2$, com a existência do conjunto motobomba do sistema de irrigação.

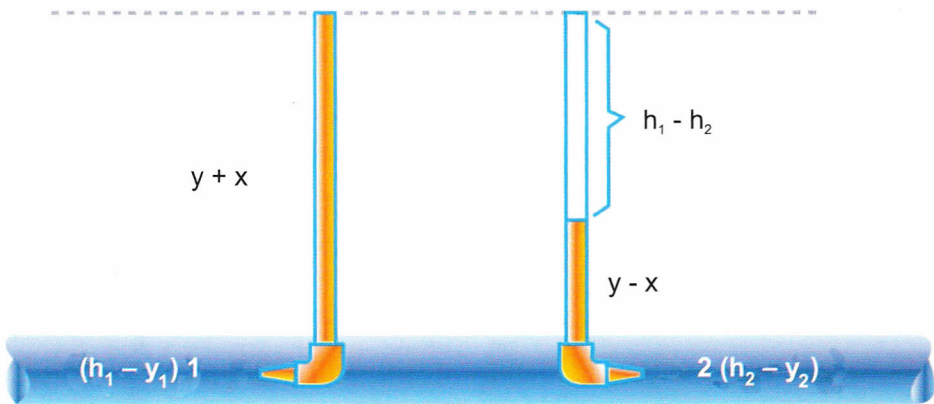


Fig. 6. Detalhe de um par de tubo Pitot.

Ilustração: Idmar Pedro.

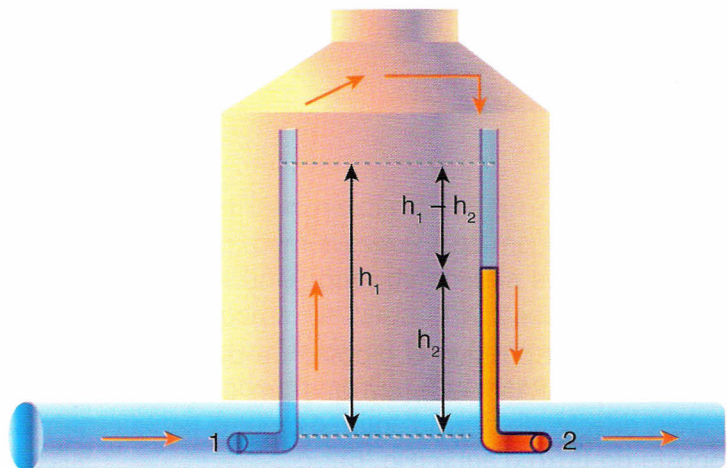


Fig. 7. Tanque de fertilizante.

Ilustração: Idmar Pedro.

Método combinado/composto

Este método opera pela pressão existente na linha de irrigação, baseado no trabalho desenvolvido pelo conjunto motobomba principal, bomba auxiliar e pelo componente gravitacional exercido pela posição do injetor, localizado acima do ponto de injeção. A Fig. 8 mostra as peças, os acessórios e as condições necessárias para a sua operação. A pressão no ponto de entrada no sistema, p_A , é inferior à do ponto de injeção do produto químico, p_B . Se a pressão do componente gravitacional for p_G , tem-se:

$$p_B = p_A + p_G - h_f(AB) \quad (4)$$

e, portanto, $p_A < p_B$.

A Fig. 8 exemplifica que a linha principal se encontra numa cota inferior à cota da bomba auxiliar, numa distância m do tanque $m + N$ e do sifão $m + N + L = p_G$. E que $h_f(AB)$ é a perda de carga.

A bomba auxiliar funciona a expensas da energia produzida pelo conjunto motobomba principal.

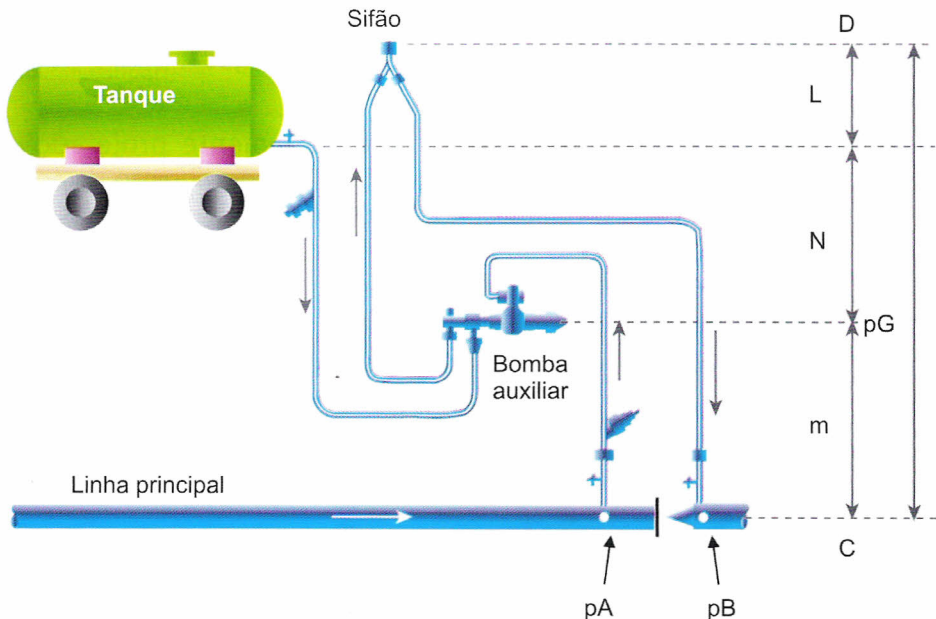


Fig. 8. Esquema de instalação de uma bomba dosadora (injetora) de produtos químicos num sistema de irrigação por aspersão.

Ilustração: Idmar Pedro.

Superfície e/ou gravidade

O processo de aplicação de produtos químicos, pelo método de irrigação por superfície, é muito ineficiente, de uso restrito e cientificamente pouco explorado. Os mecanismos dosadores de produtos químicos, em geral, localizam-se ao longo ou sobre os canais de irrigação. Constituem dispositivos calibradores que operam com carga constante, variável e orifício conectado a um depósito de solução do produto químico.

O dispositivo que utiliza carga constante é alimentado por um depósito-reserva, de tal forma que uma bóia mantém constante a carga no depósito de distribuição. Entretanto, no de carga variável, o controle da vazão é estabelecido mediante o ajuste da seção de uma mangueira, que interliga o tanque ao canal de irrigação, por meio de um *clamp*, permitindo um maior ou um menor fluxo do produto químico (solução).

Para o equipamento que utiliza o orifício como medidor de vazão, as peças e os componentes são: depósito de pressão, regulador de pressão, válvula controladora de fluxo, válvula de retenção e *spray* na ponta da injeção da solução.

O produto químico deve ser lançado preferencialmente num ponto de turbulência e acima da entrada da parcela a ser irrigada, para permitir sua completa homogeneização.

O sistema de irrigação deve ser adequadamente projetado e manejado para que se obtenham eficientes aplicação e distribuição da água e, conseqüentemente, do produto aplicado, de tal forma que perdas por percolação e por escoamento superficial no final do sulco não sejam permitidas quando se aplicam produtos químicos via água de irrigação.

Na Tabela 2, comparam-se os diversos métodos de injeção de produtos químicos.

Injeção de fertilizantes (ou de agroquímicos)

Todo sistema de injeção de fertilizantes requer um reservatório para a dissolução de produtos químicos (Fig. 9) e um sistema de agitação para esses produtos. Devem resistir à corrosão causada pelos fertilizantes e por outros agroquímicos. O volume mínimo do reservatório deve ser suficiente

Tabela 2. Comparação dos diversos métodos de injeção de produtos químicos.

Injetor	Vantagem	Desvantagem
Bomba centrífuga Pressão positiva "recalque"	Baixo custo. Pode ser calibrada, durante o funcionamento	Calibração depende da pressão do sistema. Baixo controle do produto injetado
Dosadora "Piston"	Alta precisão e pressão de trabalho	Alto custo
Pressão negativa "Sucção"	Baixo custo. Pode ser calibrada durante o funcionamento	Injeção do produto depende da bomba do sistema. Possibilidade de corroê-la e poluir manancial. Baixo controle da qualidade do produto injetado
Diferencial de pressão "Peças especiais"		
Venturi	Médio custo. Fácil uso movido pela energia d'água do sistema calibração possível durante a operação	Cria zona de baixa pressão no sistema. Calibração depende do nível do produto no depósito
"Vaquinha"	Baixo custo. Compacto, robusto, fácil uso, portátil. Fabricação em simples oficina. Movido pela energia d'água do sistema	Controle relativo da quantidade do produto injetado
Combinado/composto "gravitacional, bomba principal e auxiliar"	Médio custo. Movido pela energia d'água do sistema (principal e auxiliar) e gravitacional	Controle relativo da quantidade de produto injetado. Frágil
Gravidade/superfície		
Carga constante e variável	Baixo custo	Baixo controle da quantidade do produto injetado
Orifício	Baixo custo	Controle adequado da quantidade do produto injetado

Fonte: Costa e Brito (1994).

Fig. 9. Tanque para dissolução de fertilizantes.



Foto: José Maria Pinto

para a fertirrigação de uma unidade, sem que se requeira o reabastecimento. O volume do reservatório pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$V = \frac{n \cdot Q \cdot A}{\text{sol}} \quad (5)$$

em que:

V = volume do reservatório, em m³.

n = número de aplicações.

Q = quantidade de fertilizantes, em kg ha⁻¹.

A = área a fertirrigar, em ha.

sol = solubilidade do fertilizante, em kg m⁻³.

Tanque de derivação ou tanque fertilizante

Consiste em um depósito onde se coloca a solução que se quer incorporar ao solo e que, uma vez fechado, alcança, em seu interior, a mesma pressão que a rede de irrigação. Por isso, o tanque deve ser capaz de suportar a pressão estática e dinâmica da rede. O comum é que resista a cerca de 300 kPa, como mínimo. A recomendação é que suporte uma pressão de trabalho em torno de 600 kPa (RODRIGO LÓPEZ et al., 1997). Geralmente, esses tanques são metálicos, embora existam modelos de plástico reforçado com fibra de vidro; porém, em qualquer caso, devem suportar a ação corrosiva das substâncias utilizadas. Seu volume varia de 20 L a 200 L, e o dimensionamento pode ser calculado, segundo Keller e Karmeli (1975), utilizando-se a seguinte equação:

$$V = \frac{C_i \cdot A_s}{C_f} \quad (6)$$

em que:

V = volume do tanque de fertilizante, em litros.

C_i = quantidade de nutrientes a ser aplicada por irrigação, em kg ha⁻¹.

A_s = área que o sistema irriga por vez, em hectares.

C_f = concentração do fertilizante, em quilo de nutriente por litro de água (kg L⁻¹).

Esses dispositivos são colocados paralelamente à tubulação de irrigação. A diferença de pressão, da ordem de 10 kPa e 50 kPa, entre a entrada e a saída do tanque de fertilizante, causadora do fluxo através do tanque, é conseguida por intermédio da instalação de um registro na linha principal do sistema, entre os pontos de saída para o tanque e os de retorno do tanque.

Para a injeção do fertilizante na tubulação de irrigação, fecha-se parcialmente o registro que está na linha principal, para que parte da água destinada à irrigação passe pelo tanque. Portanto, a vazão até o tanque pode ser regulada mediante o registro na linha principal. Como a vazão de água que entra no tanque é igual à vazão da solução fertilizante que sai dele, a solução que fica no tanque vai se diluindo ao longo do tempo de funcionamento, e a concentração da solução que se incorpora à rede também vai diminuindo.

A quantidade de fertilizante (C) que permanece no interior do tanque, depois de transcorrido o tempo (T), é dada pela equação:

$$C = C_0 \cdot e^{-\frac{qT}{V}} \quad (7)$$

em que:

C_0 = quantidade inicial de fertilizante.

q = fluxo que circula através do tanque, em $L \cdot h^{-1}$.

V = volume do tanque, em litros.

T = tempo transcorrido de aplicação, em hora.

e = base do logaritmo neperiano.

De acordo com a equação 7, quando passa pelo tanque duas vezes o seu volume (do tanque), a quantidade incorporada será de 95 %; e quando circularem quatro ciclos, a quantidade incorporada será de 98 % do fertilizante inicial (Fig. 10). Na prática, a concentração de fertilizante restante no tanque ao final da fertirrigação deve ser inferior a 2 % (ANDRADE; GORNAT, 1992).

O tempo será:

$$T = -\frac{V}{q} \cdot \ln \frac{C}{C_0} \quad (8)$$

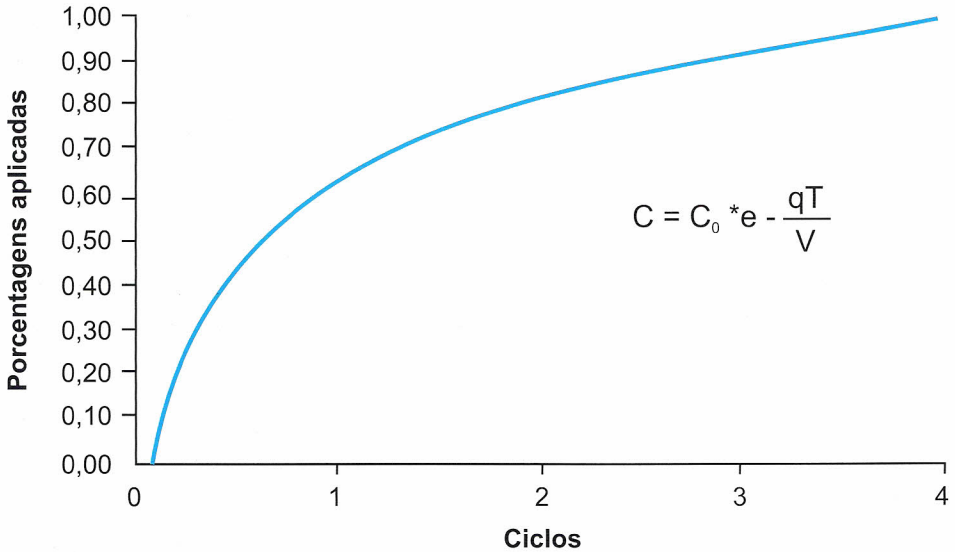


Fig. 10. Porcentagem de fertilizante aplicado por ciclo.

A vazão, q ($L h^{-1}$), que deve passar através do tanque para aplicar o fertilizante pode ser calculada pela equação:

$$q = \frac{4V}{tr \cdot ta} \quad (9)$$

em que:

$tr \cdot ta$ = tempo útil de aplicação de fertilizante.

em que:

tr = relação entre o tempo de aplicação de fertilizante e o tempo de aplicação da irrigação, geralmente 0,8.

ta = tempo de aplicação da irrigação, em horas.

O tempo mínimo de aplicação da irrigação, quando se está fazendo fertirrigação, pode ser determinado pela equação:

$$ta = \frac{5V}{q} \quad (10)$$

Há algumas variações desse método, como a utilização de um latão de leite metálico (“Vaquinha”), que se usa para funcionar como tanque de derivação de fluxo (Fig. 7), com a vantagem de apresentar baixo custo (COSTA; BRITO, 1988; ANDRADE; GORNAT, 1992).

Bombas injetoras

A solução fertilizante, que está contida num reservatório aberto, pode ser introduzida no sistema de irrigação, em concentração constante, com pressão superior à da água de irrigação, por meio de uma bomba elétrica ou hidráulica.

Bombas injetoras com motor elétrico

As bombas injetoras com motores elétricos são normalmente desenvolvidas para a injeção de fertilizantes. Consiste em bombas de deslocamento positivo, que podem ser de pistão ou de membrana, acionadas por motor elétrico de baixa potência (0,25 kw a 1 kw), fabricadas com materiais não-corrosivos (Fig. 11).

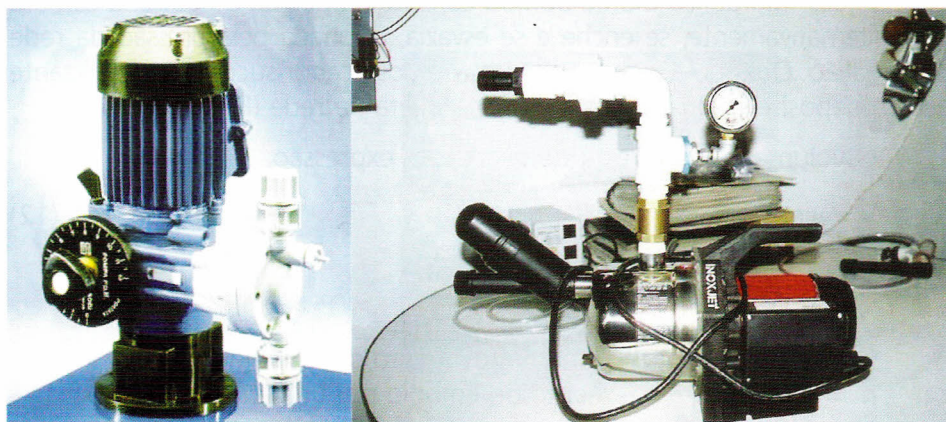


Fig. 11. Bomba injetora com motor elétrico.

Fotos: José Maria Pinto

A vazão teórica de uma bomba injetora elétrica de pistão é dada por:

$$Q = \pi NR^2 C \quad (11)$$

em que:

Q = vazão da bomba, em $L\ h^{-1}$.

N = número de ciclos (aspiração-impulsão), em 1 hora.

R = raio do pistão, em dm.

C = velocidade do pistão ou deslocamento horizontal, em dm.

Para modificar a vazão, pode-se variar a velocidade C do pistão ou o número N de ciclos por hora. Em geral, recorre-se ao primeiro caso: as bombas injetoras têm um comando exterior para regular a vazão (parafuso micrométrico), que atua deslocando a excêntrica e modificando a velocidade do pistão que regula a vazão. A regulagem pode ser feita com a bomba parada ou em funcionamento (CADAHIA LÓPEZ, 1998).

Bombas injetoras com acionamento hidráulico

Nas bombas de membrana, o elemento alternativo é um diafragma flexível, que oscila por um dispositivo mecânico, como nas bombas de pistão, ou pelas pulsações de pressão iniciadas em uma câmara de fluidos. Esse tipo é denominado de acionamento hidráulico.

Injetor hidráulico é uma bomba constituída por uma pequena câmara que, alternativamente, se enche e se esvazia, acionada pela pressão da rede de irrigação. Quando a câmara se enche, o dosificador succiona o fertilizante de um depósito e, quando se esvazia, o injeta na rede (Fig. 12, 13 e 14).

O volume injetado está definido pela expressão:

$$V = v.n.t \quad (12)$$

em que:

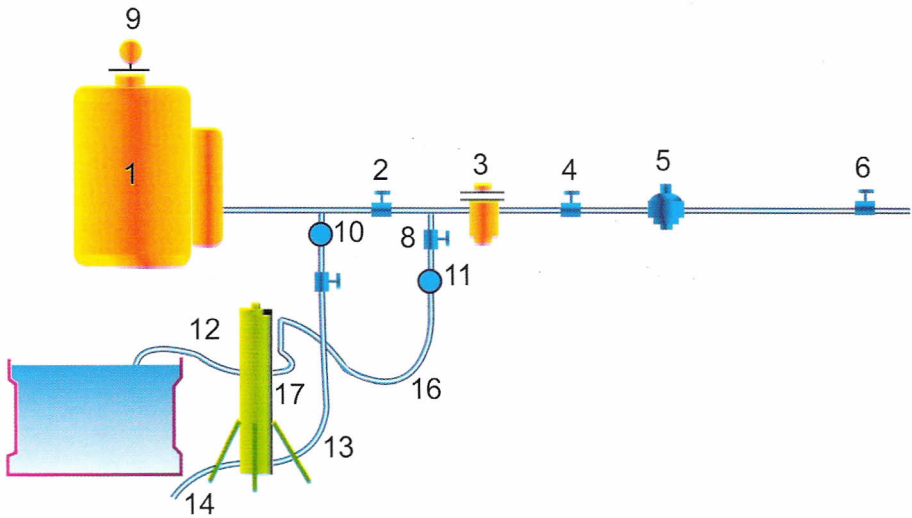
V = volume injetado no tempo t , em L.

v = volume injetado em um movimento do êmbolo, em L.

n = número de movimento do êmbolo por unidade de tempo.

t = tempo de funcionamento.

Para controlar a dosagem, varia-se o "n" por meio do ajuste da pressão de entrada na bomba, mediante uma válvula. Para cada modelo, o fabricante deverá proporcionar um gráfico ou uma tabela que relacione a pressão de entrada com o número de movimento do êmbolo por unidade de tempo.



- | | |
|--|---|
| 1) Filtro de areia | 10 e 11) Hidrômetros |
| 2) Registro de fechamento lento (2 polegadas) | 12) Mangueira de sucção da solução fertilizante |
| 3) Filtro de areia | 13) Mangueira de entrada da bomba |
| 4) Registro de fechamento lento (1 polegada) | 14) Mangueira de ejeção da água da bomba para seu acionamento |
| 5) Válvula de controle de pressão (1/2 polegada) | 15) Reservatório de solução fertilizante |
| 6, 7 e 8) Registro de fechamento rápido | 16) Mangueira de injeção da solução fertilizante |
| 9) Monômetro de Bourbon | 17) Bomba injetora de fertilizante |

Fig. 12. Bomba injetora com acionamento hidráulico.

Ilustração: Idmar Pedro.

Fig. 13. Bomba injetora com acionamento hidráulico TMB.

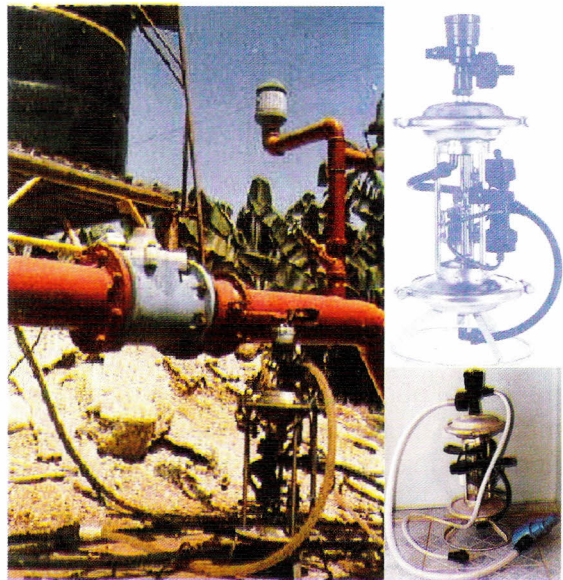


Foto: José Maria Pinto



Fig. 14. Injetora de fertilizantes "AMIAD".

As bombas de acionamento hidráulico são, comumente, de pistão ou diafragma, e o consumo de água para seu funcionamento costuma ser de duas a três vezes o volume de líquido injetado. A principal vantagem desses dispositivos é que dispensa aporte de energia exterior à instalação e, com isso, não produz perda de carga adicional.

Bomba injetora de ação hidráulica por pistão

Assim como a bomba injetora por acionamento hidráulico por diafragma ou membrana, o dosificador hidráulico acionado por pistão também não requer energia elétrica para o seu funcionamento. Sua instalação é feita da mesma forma que o injetor Venturi, sendo indicado em instalações comunitárias onde a água é fornecida com pressão muito superior à necessária, ou, ainda, quando se dispõe de um reservatório que se encontra em uma cota muito elevada. Em virtude da complexidade do equipamento, que possui numerosas peças móveis, a qualidade da água é de fundamental importância, uma vez que qualquer impureza pode afetar o bom funcionamento do injetor (COSTA; BRITO, 1994).

A Fig. 15 apresenta o modelo comercial *Dosatron* e os modos de instalação do equipamento. Esse tem a capacidade de injetar soluções

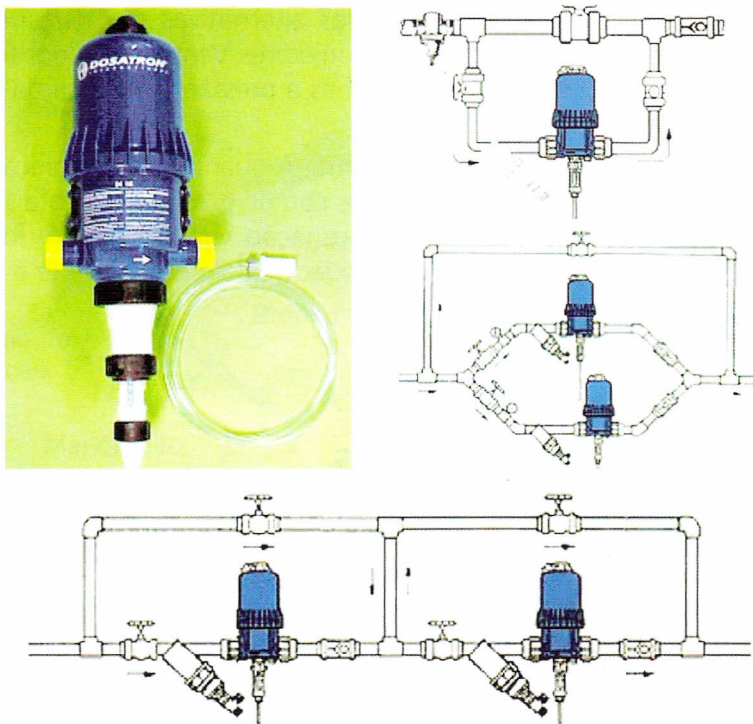


Ilustração: C. J. Bezerra

Fig. 15. Bomba injetora de ação hidráulica por pistão.

fertilizantes uniformemente na faixa de $0,02 \text{ L h}^{-1}$ a 250 L h^{-1} em uma razão de diluição de 1:500 a 1:50, ou seja, de 0,2 % a 2 %.

Critérios de escolha dos equipamentos de injeção de fertilizantes

Há diferentes procedimentos de aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Em cada condição, devem ser considerados fatores específicos inerentes ao método de aplicação, como disponibilidade de energia elétrica, pressão, etc. Alguns critérios devem ser considerados para a escolha do equipamento injetor, a saber:

- **Fonte de energia disponível.** Os dosificadores elétricos só podem ser instalados quando se dispõe dessa fonte de energia. Quando

não se dispõe de eletricidade, as alternativas são os tanques de derivação ou de fertilizantes, os injetores Venturi e os dosificadores hidráulicos, que aproveitam apenas a pressão hidráulica da rede de irrigação.

- **Volume e capacidade do sistema.** A quantidade de solução que o reservatório de fertilizante pode conter e as vazões totais que se podem introduzir na rede de irrigação variam de acordo com a frequência de irrigação, a necessidade total de fertilizante e a forma de aplicação dos fertilizantes.

Segurança na aplicação de agroquímicos

Os equipamentos mínimos requeridos na quimigação são: sistema de irrigação (sucção, eletro ou motobomba, recalque e linhas laterais de irrigação), bomba injetora, depósito de agroquímicos, válvula de retenção, manômetro, etc.

A instalação e a manutenção dos equipamentos para prevenir o refluxo dos químicos dentro da fonte d'água ou do depósito de agroquímico são fundamentais para o sucesso dessa tecnologia de aplicação de produtos químicos.

Os equipamentos de segurança são divididos em dois grupos:

O primeiro previne o refluxo do agroquímico ou da solução para o interior da fonte d'água. O segundo bloqueia a injeção de produtos químicos. A bomba de injeção de produtos químicos é desligada assim que o sistema de irrigação deixa de operar.

Sistema de prevenção do refluxo e bloqueador de injeção de produtos

Há vários os equipamentos de prevenção de refluxo. As Fig. 16 e 17 ilustram um sistema completo de prevenção de refluxo (motobomba e eletrobomba, respectivamente) e o bloqueador de injeção de produtos – painel de controle elétrico.

O sistema de prevenção ilustrado consiste no que se segue.

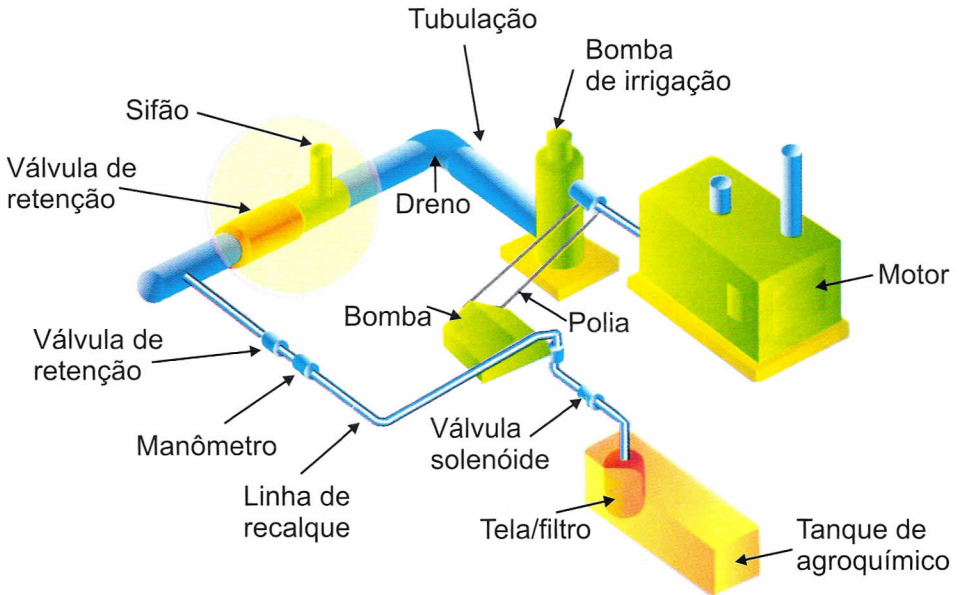


Fig. 16. Sistema de prevenção de refluxo com motobomba.

Ilustração: Idmar Pedro.

• **Válvula de retenção na linha principal de irrigação, ventosa-sifão e um dreno:** A válvula de retenção e a ventosa-sifão impedem o produto químico e/ou a solução de retornarem à fonte d'água. As válvulas de retenção devem estar entre a bomba de irrigação e o ponto de injeção na linha principal de irrigação.

A função do dreno de baixa pressão é remover qualquer solução de produto químico que tenha passado pela válvula de retenção.

• **Sistema bloqueador de injeção de químicos:** O sistema que interrompe a injeção de produtos químicos consiste em uma válvula de retenção, uma válvula solenóide – localizada na linha de sucção –, um suprimento de energia do sistema de irrigação e uma bomba de injeção de químicos.

A válvula de retenção na linha de injeção de químicos previne o fluxo de água do sistema de irrigação para o interior do tanque.

• **Bomba injetora:** A bomba injetora de produtos químicos deve ter precisão de 0,5 % a 1 %, ser de fácil ajuste para diferentes doses (mesmo

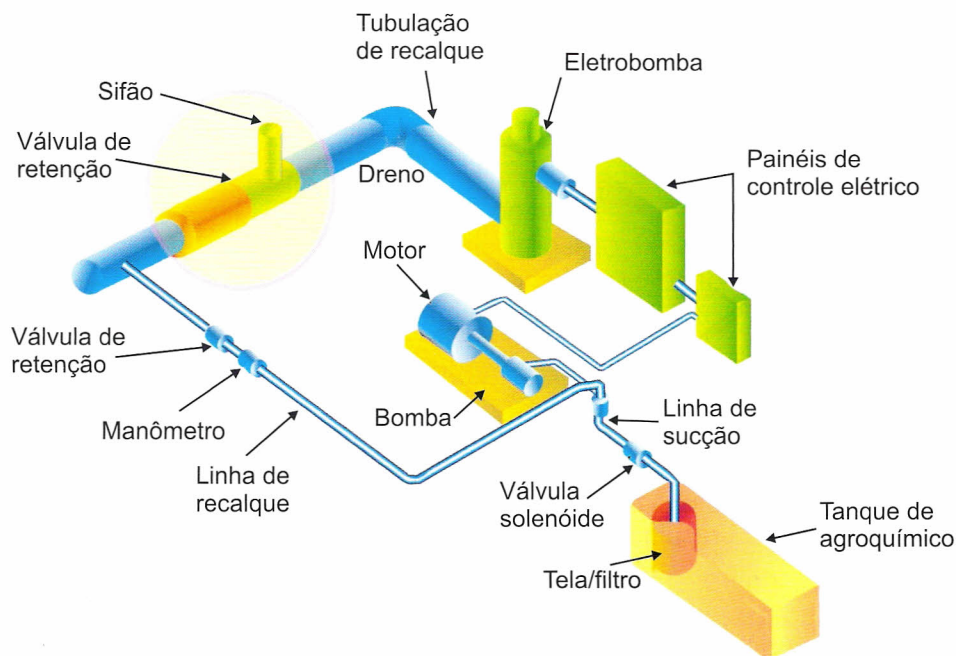


Fig. 17. Sistema de prevenção de refluxo com eletrobomba.

Ilustração: Idmar Pedro.

durante a operação), de material não-corrosivo e de mecânica robusta. O motor elétrico deve ser totalmente selado para minimizar a possibilidade de combustão, quando combustíveis ou vapor químico estiverem presentes.

• **Outros componentes:** Todo o equipamento – como depósito de químicos, mangueira e acessórios – deve ser resistente às formulações dos agroquímicos aplicados. Exemplos de materiais resistentes: polipropileno, polietileno, EPDM, EVA e teflon.

Analogamente, o depósito de químicos deve resistir ao efeito corrosivo dos agroquímicos e ser constituído por materiais como aço inox, fibra de vidro, náilon ou polietileno.

Considerações adicionais

Algumas precauções devem ser tomadas para proteger os usuários dessa tecnologia, a saber:

- A fonte de abastecimento d'água deve ser próxima ao depósito e à bomba injetora de químicos.
- Na execução dos trabalhos, os operadores devem usar roupas protetoras. E devem entrar na cultura pulverizada somente após cumprido o tempo de segurança, que é específico de cada produto utilizado.
- Na preparação da solução química, deve-se sempre adicionar o produto concentrado à água de irrigação.
- O sistema de irrigação, a bomba injetora e os componentes devem passar por uma lavagem interna, após a aplicação dos produtos químicos, para prevenir entupimentos.

Calibração

A calibração é extremamente importante, e abrange o sistema de irrigação e o sistema de aplicação de produtos químicos, pois a distribuição da água no sistema de irrigação deve ser uniforme para distribuir, também uniformemente, os produtos químicos.

Assim, é preciso conhecer:

- Capacidade do sistema de irrigação (em $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$).
- Capacidade do sistema injetor (em L h^{-1}).
- Tempo requerido para irrigar uma determinada área (em hora).
- Quantidade do produto a ser aplicado (em kg ha^{-1}).
- Tipos de solução e lâmina de irrigação (em mm).
- Quantos hectares a serem tratados (em ha).

A calibração deve ser feita no local a ser usado o produto. Evitar a utilização dos dados do manual e dos revendedores.

A calibração é um procedimento simples e análogo para os diversos métodos de irrigação. Além disso, é essencial ao bom desempenho da tecnologia de aplicação de produtos químicos.

Referências

ANDRADE, C. L. T.; GORNAT, B. **Calibração e operação de um tanque de fertirrigação**. Parnaíba: Embrapa - CNPAI, 1992. 17 p. (Embrapa - CNPAI. Circular Técnica, 3).

BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: principles and application to soil water management. **Advance Agronomy**, New York, v. 29, p. 344-393, 1977.

CADAHIA LÓPEZ, C. **Fertirrigacion**: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi Prensa, 1998. 475 p.

COSTA, E. F. da; FRANÇA, G. E., ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 12, n. 139 p. 1-112, 1986.

COSTA, E. F. da; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In.: HERNANDEZ, F. B. T.; MORAES, J. F. L. de; LEANDRO, W. M. **Irrigação**: momento atual e perspectivas. Jaboticabal, SECITAP, 1987. p. 51-71.

COSTA, E. F. da; BRITO, R. A. L. **Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988. 19 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 13).

COSTA, E. F. da; BRITO, R. A. L. Métodos de aplicação de produtos químicos e biológicos na irrigação pressurizada. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 85-109.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas – MG). Dispositivo portátil para aplicação de produtos químicos via água de irrigação: Br. N. PI 880452, 31 de agosto de 1988. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 1.014, p. 3, 17 abril 1990.

GOLDBERG, D.; SHMUELI, M. Drip irrigation: a method used under arid desert conditions of high water and soil salinity. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v. 13, p. 38-41, 1970.

HAMAN, D. Z., SMAJSTRIA, A. G., ZAZUETA, F. S. **Chemical injection methods for irrigation**. Gainesville: University of Florida, 1990. 21 p. (Florida Cooperative Extension Service. Circular, 864).

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

McCULLOCH, A. N., SCHRUNK, J. F. **Sprinkler irrigation**. Washington: SPRINKLER IRRIGATION ASSOCIATION, 1969. 444 p.

PASCUAL, B. **Riegos de gravedad y a presión**. Valencia: Departamento de Producción Vegetal-ETSIA: UPV: SPUPV, 1996. 465 p.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M. **Fertirrigação**: a adubação via água de irrigação. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 16 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 70).

RODRIGO LOPEZ, J.; HERNANDEZ, J. M.; PEREZ, A.; GONZALEZ, J. F. **Riego localizado**. 2. ed. rev. Madrid: Mundi-Prensa; MAPA, 1997. 405 p.

VIDAL, I. Cálculos de soluciones y manejo de la fertirrigación. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, 1., 2003, João Pessoa. **Minicurso...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias: Embrapa Semi-árido, 2003. 74 p.