

## Equipamentos para aplicação de fertilizantes via irrigação



ISSN 1808-9992

Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 231***

### **Equipamentos para aplicação de fertilizantes via irrigação**

*José Maria Pinto  
Ricardo Augusto Lopes Brito*

Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
2010

Esta publicação está disponibilizada no endereço:  
<http://www.cpatsa.embrapa.br>

**Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:**

**Embrapa Semiárido**

BR 428, km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23 56302-970 Petrolina, PE

Fone: (87) 3862-1711 Fax: (87) 3862-1744

[sac@cpatsa.embrapa.br](mailto:sac@cpatsa.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Secretário-Executivo: Josir Laine Aparecida Veschi

Membros: Daniel Terao

Tony Jarbas Ferreira Cunha

Magna Soelma Beserra de Moura

Lúcia Helena Piedade Kiill

Marcos Brandão Braga

Gislene Feitosa Brito Gama

Mizael Félix da Silva Neto

Supervisor editorial: Sidinei Anunciação Silva

Revisor de texto: Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva

Foto(s) da capa: Cícero Barbosa Filho

Edição eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos

1ª edição (2010): Formato digital

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

**CIP - Brasil. Catalogação na publicação**

**Embrapa Semiárido**

---

Pinto, José Maria. Equipamentos para aplicação de fertilizantes via irrigação / José Maria Pinto, Ricardo Augusto Lopes Brito. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

27 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 231).

1. Fertirrigação. 2. Equipamentos agrícolas. 3. Adubo. I. Pinto, José Maria. II. Brito, Ricardo Augusto Lopes. III. Título.

---

CDD 631.587

© Embrapa 2010

## **Autores**

**José Maria Pinto**

Engenheiro-agrícola, D.Sc. em Irrigação e Drenagem,  
pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE,  
jmpinto@cpatsa.embrapa.br

**Ricardo Augusto Lopes Brito**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Irrigação e Drenagem,  
pesquisador aposentado da Embrapa Milho e Sorgo,  
Sete Lagoas, MG. rbrito@cnpmis.embrapa.br

# Sumário

Introdução .....	6
Equipamentos para fertirrigação .....	8
Critérios de escolha dos equipamentos de injeção de fertilizantes .....	23
Segurança na aplicação de agroquímicos .....	25
Sistema de prevenção do refluxo .....	25
Calibração .....	26
Referências .....	26

# Apresentação

A fertirrigação é a técnica que consiste em distribuir nutrientes no solo cultivado através da água empregada na irrigação. Esta aplicação simultânea de água e fertilizantes pode contribuir para a redução de custos com a manutenção do cultivo.

Neste trabalho, são apresentados alguns aspectos acerca da fertirrigação enfatizando-se os equipamentos que são empregados nesta técnica. Inicialmente, descreve-se a fertirrigação, abordando-se, entre outros aspectos, métodos e vantagens de sua aplicação.

São apresentados, de forma bastante detalhada, os tipos de bombas, de injetores, os reservatórios e muitos outros equipamentos utilizados quando da realização da fertirrigação. Do mesmo modo, abordam-se os cuidados que devem ser tomados para evitar problemas no sistema de irrigação, como refluxo e outros.

É uma publicação que objetiva atender a um público heterogêneo, por isso, uma importante fonte de informação para estudantes, produtores, técnicos e pesquisadores, pois, aborda um instrumento fundamental à agricultura moderna, que alia avanço tecnológico ao uso racional de recursos hídricos.

*Natoniel Franklin de Melo*  
Chefe-Cheral da Embrapa Semiárido

# Equipamentos para aplicação de fertilizantes via irrigação

---

*José Maria Pinto*

*Ricardo Augusto Lopes Brito*

## Introdução

Fertirrigação é o processo que consiste em introduzir uma solução com fertilizante via água de irrigação, e tem como objetivo, aplicar os nutrientes no volume de solo explorado pelo sistema radicular da cultura conforme a curva de absorção de nutrientes pela planta. Também, deve permitir que a concentração na solução do solo seja suficiente para proporcionar a absorção dos elementos em quantidade necessária. Sua introdução agrega vantagens como melhoria da eficiência e uniformidade de aplicação de nutrientes, desde que o sistema de irrigação também tenha boa uniformidade de distribuição de água; possibilidade de redução na dosagem de nutrientes com a aplicação dos nutrientes requeridos pelas plantas no momento e na quantidade exatos; maior aproveitamento do equipamento de irrigação; menor compactação do solo e redução dos danos físicos às plantas, com a redução do tráfego de máquinas dentro da área; redução de contaminação do meio ambiente, consequência do melhor aproveitamento dos nutrientes móveis no solo quando aplicados via irrigação localizada; diminuição da utilização de mão-de-obra, dentre outras.

A possibilidade de distribuir os nutrientes em cada fase do desenvolvimento fenológico permite sincronizar o suporte nutricional no solo com a exportação realizada pela planta (PINTO; SOARES, 1990) . O princípio da aplicação de fertilizantes via fertirrigação preconiza o uso de fertilizantes solúveis em água e de equipamentos específicos para injetar a solução nas linhas de irrigação. Essa característica permite uma aplicação adequada e uniforme de fertilizantes com água de irrigação, viabilizando o acompanhamento e o controle dos nutrientes no perfil do solo e de seus efeitos na água, no solo e na planta.

Em alguns países, como nos Estados Unidos, Israel, Espanha e Itália, a fertirrigação tornou-se uma técnica de uso generalizado, principalmente com o desenvolvimento de modernos sistemas de irrigação e de equipamentos de injeção que permitiram a expansão do número de produtos aplicáveis pela água de irrigação. A partir dos anos 1970, houve um aumento expressivo no uso de produtos químicos como: herbicidas, fungicidas, inseticidas, nematicidas, reguladores de crescimento e agentes de controle biológico via sistema de irrigação sob pressão (FRIZZONE et al., 1994). Atualmente, os bioinseticidas e produtos contendo vírus passaram a ocupar um espaço vital no controle biológico das pragas em culturas de expressão econômica nos trópicos.

A disseminação e a adoção da tecnologia global da fertirrigação é consequência das vantagens comparativas que o método oferece (COSTA et al., 1986), dentre elas, a de tornar-se mais econômico aplicar produtos químicos via água de irrigação do que utilizar qualquer outro método de aplicação convencional.

A fertirrigação oferece maior versatilidade para a aplicação de fertilizantes, podendo-se dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los, segundo as necessidades da planta, durante o seu ciclo de desenvolvimento (PAPADOPOULOS, 1999). É uma prática agrícola essencial ao manejo das culturas irrigadas, sendo uma das maneiras mais eficientes e econômicas da aplicação de fertilizantes às plantas, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Com a aplicação de fertilizantes em menor quantidade por vez e maior frequência é possível manter uniforme o teor de nutrientes no solo durante todo o ciclo da cultura, aumentando a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (BERNARDO, 1995).

A fertirrigação pode ser mineral ou orgânica, conforme se trate de aplicação de fertilizantes químicos ou resíduos orgânicos como vinhaça, biofertilizantes, chorumes e águas residuais provenientes de esgotos domésticos (HERNANDEZ, 1993; FRIZZONE et al., 1994).

O uso da tecnologia de fertirrigação está diretamente relacionado com a extensão de seu retorno financeiro. O aumento na produtividade, a melhora na qualidade do produto, uso eficiente das aplicações e a economia de energia e de mão-de-obra, são os principais fatores, diretamente relacionados à aceitação do procedimento da fertirrigação pelos agricultores (PAPADOPOULOS, 2001).



Os sistemas de irrigação pressurizados são os mais indicados para fertirrigação, destacando-se a irrigação localizada, especialmente por gotejamento, dada a sua característica de aplicação de água pontual junto à zona de concentração das raízes das plantas, obedecendo às exigências da cultura, conforme as fases de seu ciclo (LOPEZ, 2001). Existem, ainda, vários outros aspectos favoráveis à aplicação de fertilizantes através dos sistemas de irrigação localizada. Todavia, o mais importante é que a aplicação seja feita de forma correta, a fim de evitar obstruções da tubulação e dos emissores.

Os métodos de aplicação de produtos químicos através da água de irrigação foram desenvolvidos para proporcionar uma alta uniformidade de aplicação, conforme a distribuição de água do sistema, configurando-se numa eficiente e econômica alternativa, quando comparada às técnicas convencionais de aplicação. Os fatores que podem afetar a uniformidade de aplicação de fertilizante via água de irrigação são: as diferenças de pressão na linha lateral decorrentes das perdas de carga localizadas, a ficção da água e fertilizante junto à parede do tubo, a variação na taxa de aplicação com o tempo de operação e entupimentos dos emissores (DENICULI et al., 1992).

Os métodos de injeção de produtos químicos via água de irrigação podem ser classificados em diversos grupos, conforme o enfoque desejado (PIZARRO, 1996; HAMAN et al., 1990). Didaticamente, podemos classificar em: bomba centrífuga (bomba dosadora, pressão positiva e negativa), diferencial de pressão (Venturi), gravidade e/ou superficial (carga estável, variável e orifício).

## **Equipamentos para fertirrigação**

Para a correta utilização da fertirrigação, são necessários alguns equipamentos e acessórios que variam de acordo com o sistema de irrigação utilizado (ANTUNES et al., 2001). Na escolha dos equipamentos, devem ser considerados: o volume a ser aplicado, a capacidade, a precisão de funcionamento, a forma de operação, a mobilidade do equipamento e a diluição dos fertilizantes (BRITO; PINTO, 2008).

Todo sistema de injeção de fertilizante requer um tanque ou reservatório para dissolução dos produtos químicos, de diversos materiais, um sistema de agitação para estes produtos e devem resistir à corrosão causada pelos fertilizantes (Figura 1). O tamanho e o formato são funções da estratégia agrônômica da produção, tamanho do pomar, da capacidade de injeção e da solubilidade do fertilizante utilizado.



Foto: José Maria Pinto.

**Figura 1.** Tanque para dissolução de fertilizantes.

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

$$V = \frac{nQ_f \cdot A}{sol} \quad (1)$$

Em que:

V = Volume do reservatório, em m<sup>3</sup>.

n = Número de aplicações.

Q<sub>f</sub> = Quantidade de fertilizantes, em kg ha<sup>-1</sup>.

A = Área a fertirrigar, em ha.

sol = Solubilidade do fertilizante, em kg m<sup>-3</sup>.

Para se realizar a fertirrigação, é necessário que o sistema de irrigação seja dotado de um instrumento para injetar os adubos na água de irrigação, que difere segundo o tipo de energia exigida para seu funcionamento, o seu custo e a sua facilidade de manuseio.

Classificação dos equipamentos injetores:

- Aqueles que utilizam diferença de pressão (tanque de derivação de fluxo e injetor tipo Pitot).
- Aqueles que utilizam pressão efetiva negativa (injetor tipo Venturi).
- Aqueles que utilizam pressão efetiva positiva (bomba injetora e injeção por gravidade).

### 1. Tanque de derivação ou tanque fertilizante

O tanque de derivação de fluxo é um recipiente metálico ou de plástico com tampas herméticas, geralmente de forma cilíndrica e de volume variado, que são conectados em dois pontos da tubulação principal do sistema de irrigação (Figura 2). Consiste em um depósito onde se coloca a solução de fertilizantes a ser aplicada 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 normal é que resista a cerca de 300 kPa, como mínimo, ainda que se recomende suportar uma pressão de trabalho a cerca de 600 kPa (LOPEZ 1998; LÓPEZ et al., 1997). Seu volume varia entre 20 L e 200 L e o dimensionamento pode ser calculado, utilizando-se a equação:

$$V = \frac{Q_f \cdot A_s}{C_f} \quad (2)$$

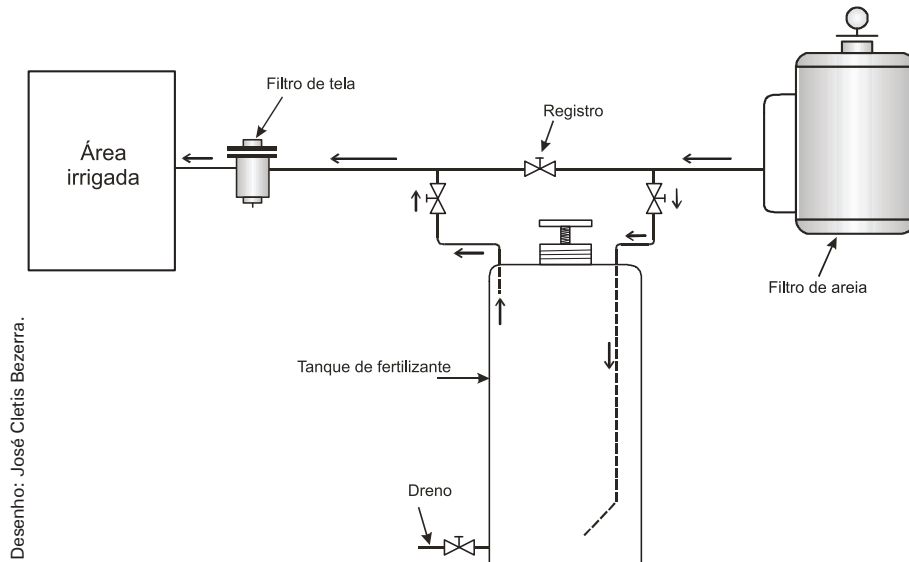
Em que:

V = volume do tanque de fertilizante, em litros.

$Q_f$  = quantidade de fertilizantes a ser aplicada por irrigação, em kg ha<sup>-1</sup>.

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

$C_f$  = concentração do fertilizante, em quilo de nutriente por litro de água (kg L<sup>-1</sup>).



Desenho: José Cletis Bezerra.

**Figura 2.** Tanque de fertilizante.

Para haver injeção da solução fertilizante que está dentro do tanque é necessário que haja um diferencial de pressão entre o ponto de entrada da água do sistema no tanque, e o de saída da solução. A solução é incorporada na tubulação de descarga do sistema de irrigação através da segunda tubulação que sai do reservatório. Um registro de fechamento lento é instalado entre os pontos de entrada e saída das duas tubulações citadas, justamente para criar o diferencial de pressão, que permite o funcionamento do tanque pressurizado, que faz com que a água seja desviada em maior ou menor volume, para o interior do tanque. A tubulação de entrada conduz a água limpa para o tanque que contém a solução a ser aplicada e, após a diluição, ela passa a ser conduzida pela tubulação de saída e introduzida na tubulação principal do sistema de irrigação.

Estes dispositivos são colocados em paralelo com relação 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, é a causadora do fluxo dentro do tanque, obtida por intermédio da instalação de um registro na linha principal do sistema, entre os pontos de saída para o tanque e de retorno do tanque.

Para a injeção do fertilizante na tubulação de irrigação, fecha-se, até certo ponto, 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 da água que entra no tanque é igual à vazão da solução fertilizante que sai do mesmo, evidentemente a solução de fertilizante que fica no tanque vai se diluindo com o tempo de funcionamento e a concentração da solução incorporada à rede também vai diminuindo.

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

$$Q_f = Q_0 * e^{-\frac{qT}{V}} \quad (3)$$

Em que:

- $Q_0$  = quantidade inicial de fertilizante ( $\text{kg.L}^{-1}$ ).
- $q$  = fluxo que circula através do tanque, em  $\text{L h}^{-1}$ .
- $V$  = volume do tanque, em litros.
- $T$  = tempo transcorrido de aplicação, em hora.
- $e$  = base do logaritmo neperiano.

Passando pelo tanque um volume de solução correspondente a duas vezes o volume do tanque, a quantidade de nutrientes incorporada à água de irrigação será de 95% e, quando houver circulado quatro vezes o volume do tanque, a quantidade de nutrientes incorporada se aproxima de 98% do fertilizante inicial (Figura 3). Na prática, a concentração de fertilizante restante no tanque ao final da fertirrigação deve ser inferior a 2%.

O tempo será:

$$T = \frac{V}{q} * \ln \frac{Q_f}{Q_0} \quad (4)$$

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

$$q = \frac{4V}{tr * ta} \quad (5)$$

Em que:

$tr * ta$  = tempo útil de aplicação de fertilizante, sendo:

$tr$  = relação entre o tempo de aplicação de fertilizante e o tempo de aplicação da irrigação; que usualmente é de 0,8.

$ta$  = tempo de aplicação da irrigação, em h.

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

$$ta = \frac{5V}{q} \quad (6)$$

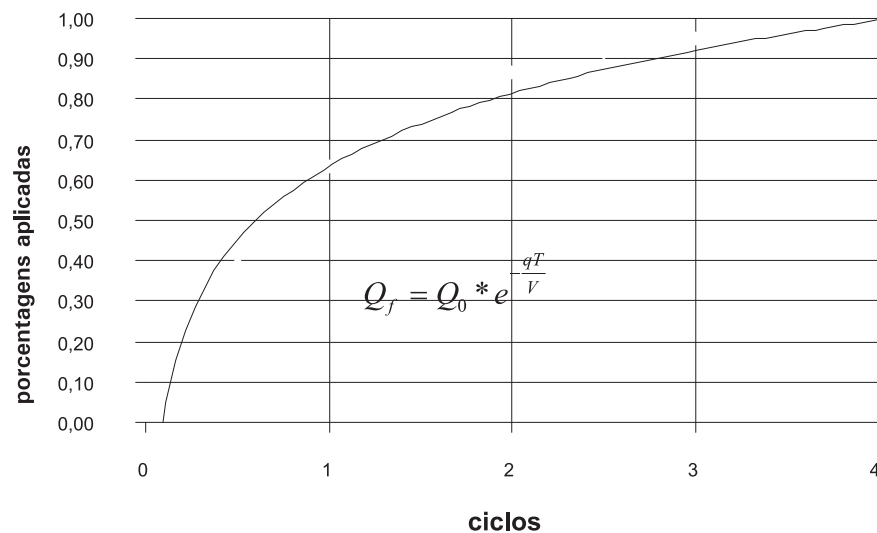


Figura 3. Porcentagem de fertilizante aplicado em cada fertirrigação.

Este método baseia-se no princípio da transformação de formas de energia, ou seja, a energia de velocidade da água dentro da tubulação transforma-se em energia de pressão, a qual novamente transforma-se em energia de velocidade. Esse processo ocorre mediante perda de energia, a qual deve ser mínima para que o método torne-se eficiente.

Vantagens do sistema é simplicidade de construção, operação e seu baixo custo. Não há necessidade de um suprimento externo de energia e não é sensível a mudanças na pressão ou na taxa de fluxo. As desvantagens do sistema são: a concentração variável de nutrientes causa um aumento de volume do produto químico a ser aplicado no início do ciclo de irrigação; o tanque tem que ser reabastecido com a solução a cada irrigação. Esse sistema não é recomendável para irrigação automática.

## 2. Injetor tipo Venturi

O injetor tipo Venturi é um equipamento de PVC, polietileno ou acrílico constituído de uma secção convergente gradual, seguida de uma secção estrangulada e de uma secção divergente gradual, para diâmetro igual ao da tubulação a que ele está conectado (Figuras 4, 5 e 6).

Seu princípio de funcionamento baseia-se na transformação de formas de energia, ou seja, parte da energia de pressão da água de irrigação é transformada em energia cinética quando passa pela secção estrangulada do equipamento.

Vantagens: custo baixo, capacidade de injeção para pressões e vazões bem definidas, possibilidade de controle da taxa usando-se apenas um registro, pode ser usado para outros tipos de produtos na quimigação. É de fácil manutenção, mas pode sofrer variação na taxa de injeção do produto. Entretanto, as perdas de carga podem alcançar de 20% a 30% da pressão de serviço. A concentração da solução fertilizante no injetor tipo Venturi é constante no decorrer do tempo de aplicação, partindo-se do pressuposto que a vazão no ponto 1 é igual à vazão no ponto 2, de acordo com a equação da continuidade:

$$Q_1 = Q_2 = A_1V_1 = A_2V_2 \quad (7)$$

Em que:

Q = vazão da linha de irrigação, em  $m^3 s^{-1}$ .

A = área da secção transversal da tubulação, em  $m^2$ .

V = velocidade do fluxo da água, em  $m s^{-1}$ .

A área  $A_1$  (tubulação) é superior à área  $A_2$  (Venturi). Para que a equação da continuidade seja observada é necessário que a velocidade do fluxo  $V_2$  seja superior à velocidade do fluxo  $V_1$ . É esta transformação de energia cinética que provoca o diferencial de pressão entre os pontos 1 e 2, provocando uma pressão negativa ou sucção no ponto 2, onde encontra-se conectado o depósito com a solução fertilizante.

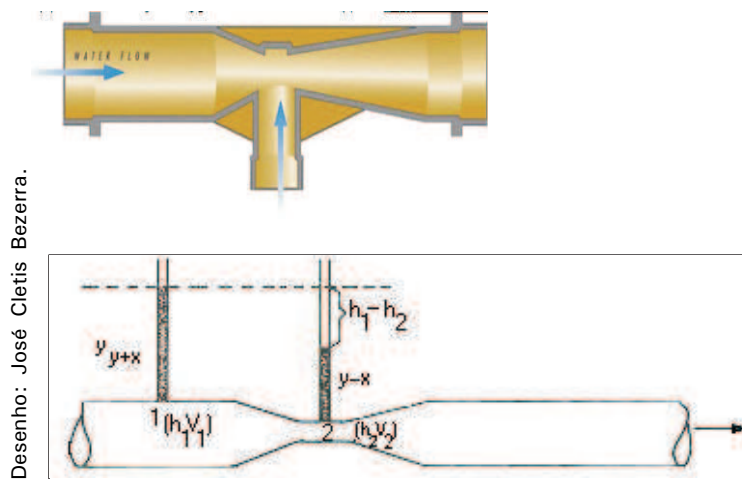


Figura 4. Detalhe do sistema hidráulico de um Venturi.

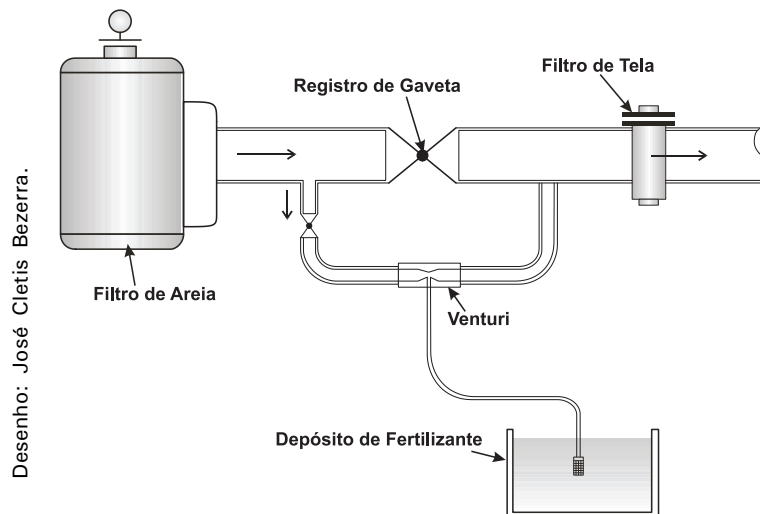


Figura 5. Esquema de injetor tipo Venturi.





**Figura 6.** Detalhe de Venturi no cabeçal de controle.

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

### **Instalação de injetor com bomba auxiliar**

Quando uma bomba auxiliar é instalada para proporcionar o diferencial de pressão necessário para injeção do fertilizante através do Venturi (Figura 7), apresenta 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:

$$H' = H * \frac{\Delta p}{1 - \Delta p} \quad (8)$$

Em que:

$\Delta p$  = perda de carga do Venturi em relação à pressão da rede, em decimal.

$H$  = pressão da rede.

$H'$  = pressão a ser fornecida pelo equipamento de bombeamento.

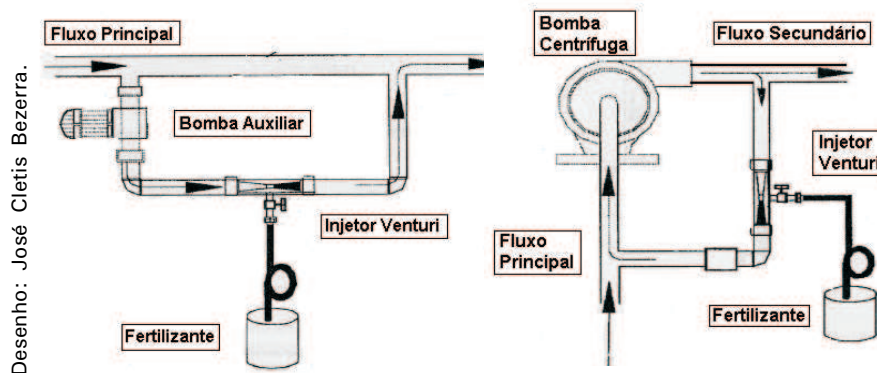


Figura 7. Instalação de Venturi utilizando bomba auxiliar

### 3. Bombas injetoras

As bombas injetoras são equipamentos que trabalham com pressão efetiva positiva e superior àquela do sistema de irrigação. São confeccionadas com material resistente à corrosão e são dos tipos centrífuga, diafragma e pistão. Apresentam a vantagem de injetar a solução na água de irrigação em taxa constante, o que nem sempre acontece com outros sistemas. Como desvantagem, destaca-se seu alto custo, que às vezes inviabiliza sua aplicabilidade. O princípio de operação é o seguinte: injeção da solução existente em um tanque aberto, na rede de irrigação, a uma pressão superior à água na tubulação de irrigação, utilizando-se uma bomba apropriada. Esta bomba pode ser acionada por sistema elétrico, hidráulico ou por motor a combustão. Em geral, injetam uma quantidade de fertilizantes não proporcional ao volume de água de irrigação (BRITO; PINTO, 2008).

### Bombas injetoras com motor elétrico

As bombas injetoras com motores elétricos foram desenvolvidas para a injeção de fertilizantes. Consistem em bombas de deslocamento positivo, que podem ser de pistão ou de diafragmas, acionadas por um motor elétrico de baixa potência (0,25 – 1 kw), fabricada com materiais não corrosivos (Figura 8). As vazões variam de 20 Lh<sup>-1</sup> a até mais de 600 Lh<sup>-1</sup>.

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

$$Q = \delta NR^2C \quad (9)$$

Em que:

Q = vazão da bomba em L h<sup>-1</sup>.

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

R = raio do pistão, em cm.

C = deslocamento horizontal, em cm.

Para modificar a vazão, pode-se variar a velocidade do pistão ou o número (N) de ciclos por hora. O usual é o primeiro: as bombas injetoras têm um comando exterior para regular a vazão (parafuso micrométrico), que atua deslocando a excêntrica, modificando a velocidade do pistão, o qual regula a vazão. A regulagem pode ser feita com a bomba parada ou em funcionamento.

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. Este tipo é denominado de acionamento hidráulico.

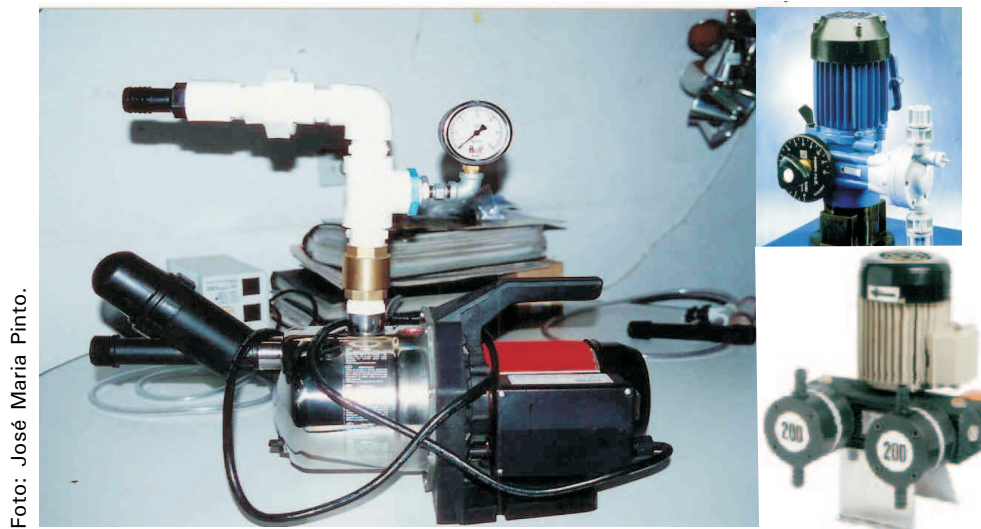
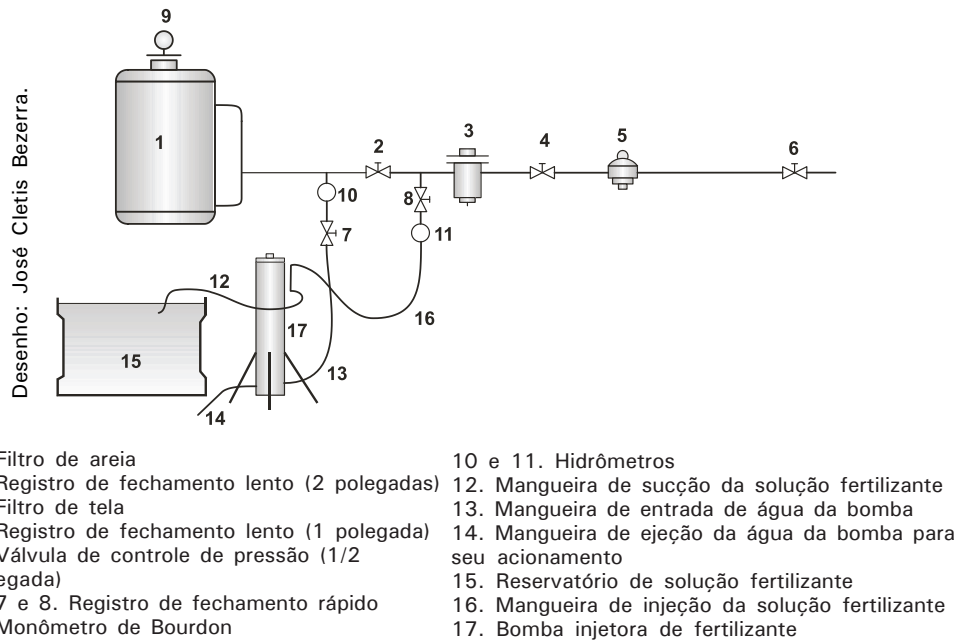


Foto: José Maria Pinto.

Figura 8. Bomba injetora com motor elétrico.

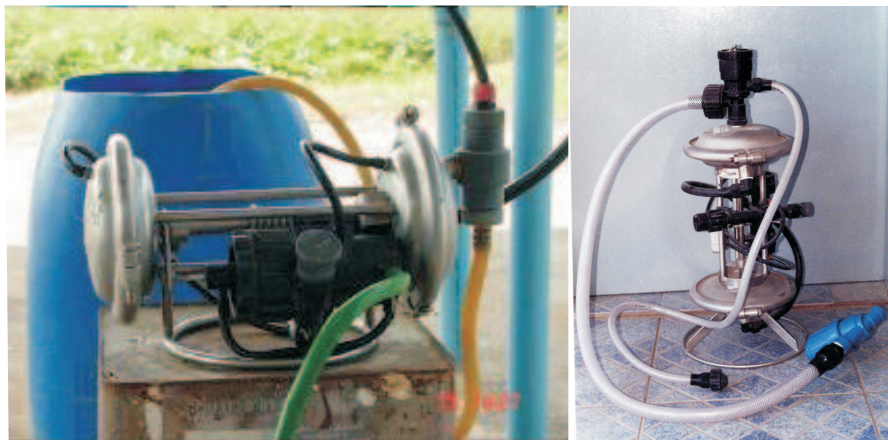
### Bombas injetoras com acionamento hidráulico

O injetor hidráulico é uma bomba constituída por uma pequena câmara que, alternativamente, se enche e esvazia acionada por um motor hidráulico de movimento alternado, que utiliza a pressão da própria rede de irrigação. O período de enchimento da câmara corresponde à sucção da solução de fertilizante de um depósito que, quando se esvazia, injeta-a na rede de irrigação. O dosificador é conectado à tubulação de irrigação entre dois pontos (Figuras 9, 10 e 11). Alguns modelos necessitam de uma pressão mínima de operação de 2 kPa, o que pode constituir um inconveniente, sobretudo em sistema de irrigação de baixa pressão. Podem trabalhar com pressão até 8 kPa. A água utilizada para acionar o dosificador é drenada e corresponde a um volume de aproximadamente o dobro da solução fertilizante injetada.



**Figura 9.** Bomba injetora com acionamento hidráulico.

Foto: José Maria Pinto.



**Figura 10.** Bomba injetora com acionamento hidráulico TMB.



Foto: José Maria Pinto.

**Figura 11.** Injetora de fertilizantes AMIAD.

O volume a ser injetado é definido pela expressão:

$$V = v * n * t \quad (10)$$

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 dosificação, deve-se variar o  $n$  ajustando a pressão de entrada na bomba mediante uma válvula. Para cada modelo, o fabricante deverá proporcionar um gráfico ou tabela que relacione a pressão de entrada com o número de movimento do êmbolo por unidade de tempo. As vantagens desse sistema são: possibilidade de ser utilizado como fonte de energia para acionamento a própria pressão da água na rede de irrigação; a vazão pode ser regulada, normalmente, entre  $20 \text{ Lh}^{-1}$  e  $300 \text{ Lh}^{-1}$ ; são portáteis e não provocam perda de carga na tubulação de irrigação. Tem como desvantagens: a necessidade de uma pressão mínima de  $2 \text{ kPa}$  e são de alto custo.

#### **Bomba injetora de ação hidráulica por pistão**

Como a bomba injetora por acionamento hidráulico, o dosificador hidráulico acionado por pistão também não requer energia elétrica para o seu funcionamento. Sua instalação se dá da mesma forma que o injetor Venturi, sendo indicados em instalações comunitárias, onde a água é fornecida com pressão muito superior à necessária, ou então, quando se dispõe de um reservatório que se encontra em uma cota muito elevada. Por causa da complexidade do equipamento que possui numerosas peças móveis, a qualidade da água é de fundamental importância considerando-se que qualquer impureza pode afetar o bom funcionamento do injetor.

Na Figura 12 está apresentado um modelo comercial como também os métodos de instalação do equipamento. Este modelo tem a capacidade de injetar soluções fertilizantes uniformemente na faixa de  $20 \text{ L h}^{-1}$  a  $250 \text{ L h}^{-1}$  em uma razão de diluição de 1:500 a 1:50, ou seja, de 0,2% a 2%.

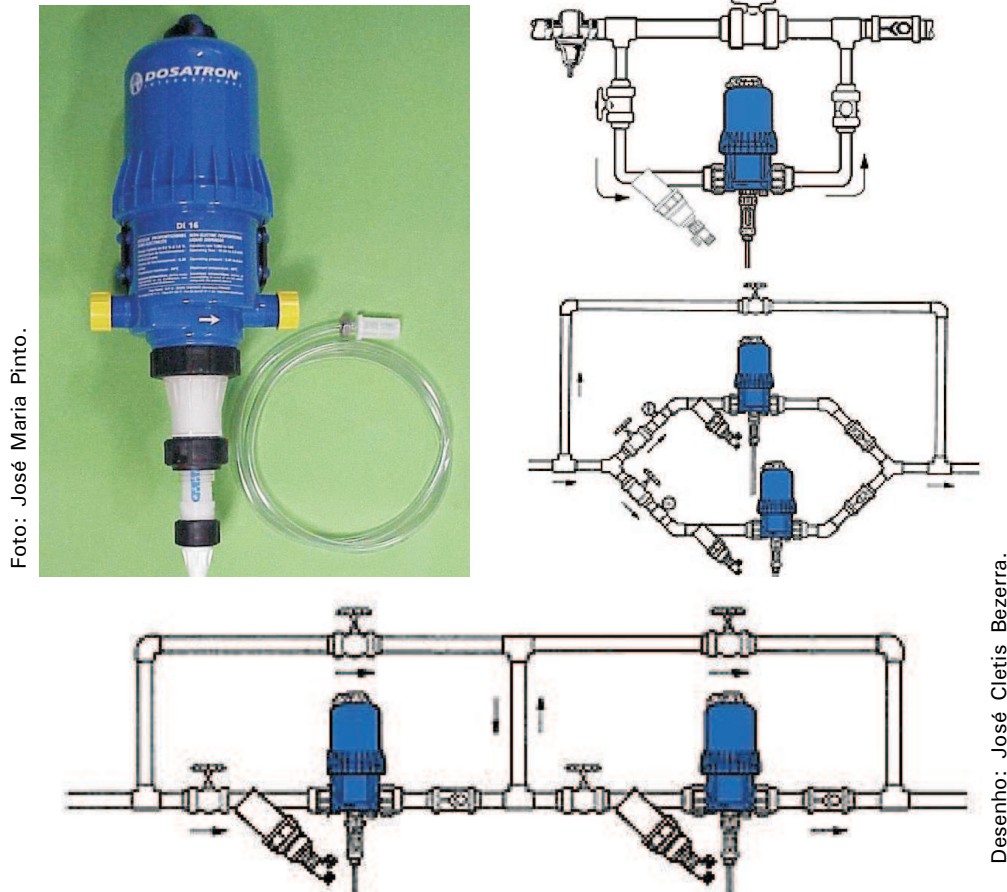


Figura 12. Bomba injetora de ação hidráulica por pistão.

## Critérios de escolha dos equipamentos de injeção de fertilizantes

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



1) Fonte de energia disponível - Os dosificadores elétricos só se podem ser instalados quando se dispõe de energia elétrica. Quando não se dispõe desta fonte, as alternativas são os tanques de derivação ou de fertilizantes, injetores Venturi e os dosificadores hidráulicos que aproveitam apenas a pressão hidráulica da rede de irrigação.

2) Volume e capacidade do sistema - A quantidade de solução que o reservatório de fertilizante pode conter e as vazões totais que se pode introduzir na rede de irrigação são funções da frequência de irrigação, necessidade total de fertilizante e forma de aplicação dos fertilizantes. Na Tabela 1, está a comparação dos diversos métodos de injeção de produtos químicos.

**Tabela 1.** Comparação dos diversos métodos de injeção de produtos químicos.

Injetor	Vantagem	Desvantagem
<b>Bomba centrífuga</b>		
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 corrosão e poluição de 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.
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.

## Segurança na aplicação de agroquímicos

Na quimigação são requeridos, pelo menos, os seguintes equipamentos: sistema de irrigação (sucção, eletro ou motobomba, recalque e linhas laterais de irrigação), bomba injetora, depósito de agroquímicos, válvula de retenção e manômetro.

A instalação e manutenção dos equipamentos para prevenir o refluxo dos químicos dentro da fonte de água ou do depósito de agroquímico é fundamental para o sucesso desta tecnologia de aplicação de produtos químicos.

### Sistema de prevenção do refluxo

A prevenção de retorno de fluxo é crítica com um sistema de fertirrigação. Se não é utilizado, o fertilizante que permanece no sistema quando este é desligado será sifonado através da bomba e atinge a fonte de água.

Existem diversos equipamentos que são empregados na prevenção do refluxo, cujo sistema consiste em:

1) 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 retornar à fonte d'água. As válvulas de retenção devem situar-se 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.

2) Sistema bloqueador de injeção de químicos - Sistema que interrompe a injeção de produtos químicos, consiste de uma válvula de retenção, uma válvula solenoide – localizada na linha de sucção - suprimento de energia do sistema de irrigação e a bomba de injeção de químicos. A válvula de retenção na linha de injeção de químicos é necessário para prevenir o retorno de água do sistema de irrigação para o interior do tanque.

**C** – Bomba Injetora:

3) Bomba injetora - A bomba injetora de produtos químicos deve ter precisão de 0,5% a 1%, fácil ajuste para diferentes doses – mesmo durante a operação -, material não corrosivo e de mecânica robusta. O motor elétrico deve ser totalmente selado para minimizar a possibilidade de combustão, quando existir combustíveis ou vapor químico.

## Calibração

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

## Referências

- ANTUNES, R. C. B.; RENA, A. B.; MANTOVANI, E. C. **Fertirrigação na cultura do cafeeiro arábica**. Viçosa, MG: UFV: 2001. 39 p. (UFV. Engenharia na Agricultura. Boletim Técnico, 5).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 1995. 657 p.
- BRITO, R. A. L.; PINTO, J. M. Aplicação de produtos químicos via irrigação (quimigação). In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 421-447.
- COSTA, E. F.; 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.
- DENICULI, W.; FEITOSA FILHO, J. C.; LOUREIRO, B. T.; AMARAL, F. de A. L. do. Desempenho de um injetor de fertilizante Venturi na fertirrigação por microaspersão. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 39, n. 226, 554-563, 1992.
- FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; DOURADO NETO, D. **Aplicação de fertilizante via água de irrigação**. Piracicaba: EDUSP, 1994. 35 p. (ESALQ. Série Didática, 8).

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).

HERNANDEZ, F. B. T. Potencialidade da fertirrigação In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1993. p. 199-210.

LOPEZ, C. C. Fertirrigação: aplicação na horticultura. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINE, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R. S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. cap. 8, p. 269-288.

LOPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. 2. ed. rev. Madri: Mundi-Prensa, 1997. 405 p.

LOPEZ, T. M. Cabezal de riego. In: LÓPEZ, C. C. **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madri: Mundi Prensa, 1998. p. 247-263.

PAPADOPOULOS, I. Tendências da fertirrigação: processos de transição na fertilização convencional para a fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINE, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R. S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. cap.1, p. 9-59.

\_\_\_\_\_. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap. 1, p.11-74.

PASCUAL, B. **Riegos de gravedad y a presión**. Valencia: UPV, 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).

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión y exudación**. 3. ed. rev. ampl. Madrid: Mundi-Prensa. 1996. 513 p.



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



CGPE 9040