

MANUAL TÉCNICO, 32
ISSN 1983-5671

32

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO



RIO
RURAL

Irrigação por gotejamento

Bárbara dos Santos Esteves
Dione Galvão da Silva
Herval Martinho Ferreira Paes
Elias Fernandes de Souza

32



Niterói-RJ
2012

PROGRAMA RIO RURAL
Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária
Superintendência de Desenvolvimento Sustentável

Alameda São Boaventura, 770 - Fonseca - 24120-191 - Niterói - RJ
Telefones : (21) 3607-6003 e (21) 3607-5398
E-mail: microbacias@agricultura.rj.gov.br

Governador do Estado do Rio de Janeiro
Sérgio Cabral

Secretário de Estado de Agricultura e Pecuária
Christino Áureo da Silva

Superintendente de
Desenvolvimento Sustentável
Nelson Teixeira Alves Filho

Esteves, Bárbara dos Santos

Irrigação por gotejamento/Bárbara dos Santos Esteves, com a colaboração de Dione Galvão da Silva... [et al.]. -- Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

18 p.; 30cm. -- (Programa Rio Rural. Manual Técnico; 32)

Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura e Pecuária.

Projeto: Gerenciamento Integrado em Microbacias Hidrográficas do Norte-Noroeste Fluminense.

ISSN 1983-5671

1. Irrigação por gotejamento. 2. Café - Produção. I. Silva, Dione Galvão da. II. Série. III. Título.

CDD 631.7

Sumário

1. Importância da irrigação localizada por gotejamento.....	4
2. Componentes do sistema de irrigação.....	5
Gotejadores.....	6
Filtros.....	6
3. Irrigação no café Conilon (<i>Coffea canephora</i>).....	7
Critérios para o projeto.....	8
Custo da instalação do sistema por gotejamento.....	10
Exemplo de projeto de cafeeiro irrigado.....	10
4. Fertirrigação.....	15
Caracterização do sistema de quimigação ou fertirrigação.....	15
5. Considerações finais.....	17
6. Referências.....	17

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Bárbara dos Santos Esteves¹

Dione Galvão da Silva²

Herval Martinho Ferreira Paes³

Elias Fernandes de Sousa⁴

1. Importância da irrigação localizada por gotejamento

A irrigação é uma técnica que se confunde com a evolução dos povos. Grandes civilizações se desenvolveram em função do sucesso da agricultura irrigada. Com o aumento da demanda de água e utilização inadequada dos recursos hídricos pelas atividades humanas, é crescente a busca por métodos mais eficientes, que reduzam os desperdícios e mantenham a qualidade e a produtividade das culturas.

Desta forma, a irrigação por gotejamento tem ganhado espaço, principalmente nos últimos 15 anos. Este sistema aplica água em apenas parte da área, reduzindo, assim, a superfície do solo que fica molhada, exposta às perdas por evaporação. Com isso, a eficiência de aplicação é bem maior e o consumo de água menor. A irrigação localizada é usada, em geral, sob a forma de sistema fixo, ou seja, o sistema é constituído de tantas linhas laterais quantas forem necessárias para suprir toda a área, isto é, não há movimentação das linhas laterais. Porém, somente determinado número de linhas laterais deve funcionar por vez, a fim de minimizar a capacidade do cabeçal de controle (BERNARDO, 2002).

As principais vantagens da irrigação localizada por gotejamento são:

- Maior eficiência no uso da água: permite melhor controle da lâmina d'água aplicada e diminui as perdas por evaporação, por percolação e por escoamento superficial.
- Recomendado para locais onde a água é escassa ou o seu custo de utilização é elevado e para regiões onde ocorrem períodos prolongados de seca.

¹ Doutoranda em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
E-mail: barbarase@yahoo.com.br

² Doutoranda em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
E-mail: dione_galvao@yahoo.com.br

³ Doutor em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
E-mail: hpaes@uenf.br

⁴ Professor Titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
E-mail: elias@uenf.br

- Maior produtividade: em geral obtém-se maior produtividade com irrigação por gotejamento em culturas que respondem a maiores níveis de umidade no solo; é empregado, ainda, para culturas de alto valor econômico, pomares, cafezais e hortaliças, entre outras.
- Maior eficiência na adubação.
- Maior eficiência no controle sanitário.
- Não interfere com as práticas culturais das culturas.
- Adapta-se a diferentes tipos de solo e topografia.
- Pode ser usada com água salina ou em solos salinos.
- Economia de mão de obra, uma vez que há possibilidade de automatizar a irrigação e a adubação (Fertirrigação).

Como desvantagens, Bernardo (2002) cita a maior possibilidade de entupimento dos gotejadores, devido às prováveis impurezas da água, sendo a qualidade da mesma de suma importância, o que implica a utilização de sistemas de filtragem. Outro problema é a má distribuição do sistema radicular em função do bulbo molhado que se forma no solo, o que pode ser contornado com a melhor distribuição de gotejadores sob a copa da planta. Por fim, o maior custo inicial do sistema irrigado por gotejamento o faz mais adequado para cultivos de alto valor econômico e exige a aplicação de alta tecnologia e mão de obra especializada em todas as etapas do processo produtivo da cultura.

2. Componentes do sistema de irrigação

Basicamente, o sistema de gotejamento compreende os gotejadores, tubulações, cabeçal de controle e conjunto motobomba.

O cabeçal de controle prepara a água que será distribuída no sistema, no qual são instalados o sistema de filtragem, que visa reduzir o entupimento dos emissores, os manômetros e as válvulas de controle de pressão, que permitem maior controle da lâmina de irrigação. Além disso, no cabeçal de controle podem ser inseridos os sistemas de injeção de fertilizantes e de automação.

O conjunto motobomba exerce o importante papel de impulsionar água no sistema com pressão e vazão adequadas. Normalmente, são utilizadas bombas centrífugas, de eixo horizontal, com motores elétricos ou à combustão interna.

Assim, resumidamente, os principais componentes do sistema de irrigação por gotejamento são:

- Emissores (gotejadores).
- Linhas laterais (tubos de polietileno que suportam os emissores).
- Linha principal e ramais de derivação (tubulação em geral de PVC 35, 50, 75 ou 100mm).
- Filtragem (filtros separadores: de tela, de disco ou de areia).
- Automação (controladores, solenóides e válvulas).

- Válvulas de segurança (controladora de bomba, ventosa, antivácuo).
- Fertirrigação (reservatórios, injetores, agitadores).
- Bombeamento (motor, bomba, transformador etc.).

Gotejadores

Os gotejadores podem ser do tipo “on line”, que são os gotejadores acoplados à tubulação de polietileno após perfuração da mesma, o que facilita o posicionamento do emissor sob a copa da planta.

Além disso, existem gotejadores denominados “in line”, que já vêm inseridos na tubulação de polietileno, o que possibilita a formação de uma faixa molhada. Qualquer que seja o tipo, eles podem ser normais ou autorreguláveis (ou autocompensantes: gotejadores cuja vazão varia muito pouco se a pressão variar).

A equação que descreve a vazão dos gotejadores pode ser escrita como:

$$q = K h^x$$

onde q é a vazão em $l\ h^{-1}$ (litros por hora), K e x são constantes do gotejador e h é a pressão (mca, metros de coluna d'água). Geralmente, a pressão de funcionamento do sistema de gotejamento varia de 5 a 15 mca e a vazão de 2 a 20 litros por hora.

Filtros

A filtragem da água de irrigação constitui medida eficaz para a redução de bloqueios físicos dos emissores, principalmente o sistema de irrigação por gotejamento. Para tanto, a escolha dos filtros deve ser realizada de acordo com o tipo de emissor e a qualidade da água, garantindo, assim, a prevenção de bloqueios dos emissores.

A filtragem é realizada de modo que a água tenha de passar por orifícios tão pequenos que as impurezas possam ser retidas. Em geral, esses orifícios têm tamanho de 1/6 a 1/10 da menor passagem existente dentro dos emissores. Os filtros podem ser centrifugadores, de tela, de disco ou de areia.

Filtros centrifugadores - são filtros que separam partículas por mecanismos de força centrífuga. São muito utilizados para remover partículas de areia presentes em águas subterrâneas.

Filtros de tela - a tela pode ser de material plástico ou metálico. A velocidade de filtragem é da ordem de $0,15\ m\ s^{-1}$. Os tamanhos vão desde pequenos filtros plásticos de $\frac{3}{4}$ de polegada até filtros metálicos automáticos de grande porte. A limpeza dos filtros de tela pode ser manual ou automatizada. Toda vez que a diferença entre a pressão de entrada e a pressão de saída superar um valor pré-determinado, em geral 5 a 8 mca, ocorre a lavagem automática do filtro, que pode ser auxiliada por escovas, dispositivos de sucção etc. Essa retrolavagem também pode ser feita manualmente, através da simples abertura do registro.

Filtros de disco - nestes filtros a água é forçada a passar entre discos plásticos com ranhuras.

Filtros de areia - funcionam retendo impurezas num meio poroso. Normalmente, a água é forçada a passar entre partículas de areia de 0,8 a 1,5 mm. Partículas de areia de 1,5 mm equivalem a 100 a 130 mesh, de 1,20 mm (130 a 140 mesh), de 0,78 mm (140 a 180 mesh), de 0,70 mm (150 a 200 mesh) e 0,47 mm (200 a 250 mesh). As partículas são, em geral, arestadas para reter com mais eficiência filamentos orgânicos. As partículas não têm exatamente o mesmo diâmetro. Por isso, são preparadas de modo que tenham coeficiente de uniformidade 1,2 a 1,5 (o diâmetro do orifício que deixa passar 60% das partículas é 50% maior que o diâmetro que deixa passar 10%).

A velocidade da filtragem dos filtros de areia é tal que cada metro quadrado de seção transversal do meio poroso filtra, aproximadamente, $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. A espessura do leito filtrante é da ordem de 40 a 50 cm. Em geral, emprega-se mais de um tanque para possibilitar a retrolavagem. Neste caso, enquanto um tanque filtra a água, no outro a água passa no sentido inverso para expandir em cerca de 30% a areia, afastando os grânulos um do outro, possibilitando a saída das impurezas retidas.

A areia dos filtros é trocada somente após vários anos de funcionamento (5 a 10 anos), bastando apenas completar anualmente, pois alguns grânulos podem escapar juntamente com a água da retrolavagem. Este processo dura de 1 a 4 minutos, dependendo da quantidade de impurezas retidas. Para escolha do filtro a ser utilizado, é necessário conhecer o teor de sedimentos inorgânicos e orgânicos da água a ser filtrada.

Para exemplificar, de modo prático, o sistema de irrigação por gotejamento, ele será descrito, a seguir, na cultura do café.

3. Irrigação no café Conilon (Coffea canephora)

O Brasil é o maior produtor mundial de café Conilon, tendo como maiores concorrentes o Vietnã e a Colômbia (AGRIANUAL, 2000). O uso da técnica de irrigação por gotejamento, superficial ou subsuperficial, em cafeeiros acarreta produção significativamente superior aos cafeeiros não irrigados (VICENTE et al., 2003). Na ausência da prática da irrigação em áreas onde o déficit hídrico chega a comprometer a produção, o país deixaria de produzir de 2 a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano (SANTINATO et al., 1996).

A adoção da técnica de irrigação pode trazer acréscimos à produção fluminense, que tem representatividade pequena no cenário nacional. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2010) indicam Minas Gerais como o principal produtor de café no Brasil, correspondendo a 50,9% da produção nacional, enquanto o Rio de Janeiro corresponde a apenas 0,6%.

A exigência do cafeeiro em umidade do solo é bastante variável, de acordo com as fases do ciclo da planta. Para as condições do Brasil, no período de

vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio, o cafeeiro precisa de água facilmente disponível no solo (MARTINS et al. 2007). A cultura do café beneficia-se geralmente de uma estação seca moderada, considerando-se que deficiências hídricas anuais não superiores a 200 mm satisfazem essa exigência. Acima desse limite, a produção é afetada significativamente. Contudo, como margem de segurança em consequência da irregularidade das chuvas, convém considerar uma subfaixa de transição que, apesar de apta, apresenta, por vezes, restrições hídricas. É a faixa em que as deficiências hídricas anuais variam de 150 mm a 200 mm (ANTUNES, 2000).

Define-se uma lâmina de 1 milímetro de irrigação, ou chuva, como equivalente a 1 litro de água por metro quadrado de área da superfície do solo.

O cafeeiro é uma planta perene, que completa seu ciclo de produção em dois anos. No primeiro ano, ocorre a emissão dos ramos que serão os formadores das flores e frutos no ano seguinte. Neste mesmo ano, ocorre a emissão de novos ramos, flores e frutos. Desta forma, a deficiência hídrica pode afetar a safra anual e a do ano seguinte, por isso é indispensável o conhecimento das necessidades hídricas do cafeeiro (CARVALHO, 2008).

De acordo com Lima e Silva (2000), o sistema de irrigação por gotejamento pode fazer com que a cultura do café atinja o dobro de produção em relação a outros sistemas de irrigação, o que mantém a safra estável durante diversos ciclos. Todavia, deve-se lembrar que a técnica deve fazer parte de um programa de práticas para garantir a máxima produção de maneira mais eficiente possível. Outro aspecto a ser lembrado é a bianualidade da produção do cafeeiro.

Os métodos de irrigação localizada têm passado por processo constante de modernização em todo o mundo. Suas características de uniformidade de aplicação e redução do consumo hídrico os tornam extremamente atraentes. Para Mantovani (2000), o sistema de irrigação por gotejamento é o que melhor se ajusta à irrigação do cafeeiro, além de possibilitar a aplicação de fertilizantes pela água, motivo pelo qual vem apresentando ampla expansão.

Critérios para o projeto

Para o aumento da produtividade agrícola e da eficiência do uso da água, a técnica da irrigação por gotejamento, por si só, não garante esses benefícios imediatos para a cultura do cafeeiro. O manejo da irrigação, bem como as técnicas agrícolas, como o controle da umidade do solo, da adubação, da salinidade, das doenças e insetos, e a seleção de cultivares podem proporcionar efeitos significativos na produção por área e por água consumida, bem como na qualidade do produto final.

Sobre o manejo da irrigação, enfatiza-se a importância do monitoramento da água aplicada ao cafeeiro, via clima, solo e planta, uma vez que esse é o princípio essencial para o aumento da eficiência no uso da água e energia elétrica, controle fitossanitário e conservação do solo e da água.

Assim, pode-se estimar a quantidade de água consumida pela planta através da equação 1

$$ET_c = ETo \cdot Kc \quad (1)$$

em que:

ET_c - Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹).

ETo - Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

K_c - Coeficiente de cultura do café. Segundo a FAO, são valores que oscilam entre 0,90 a 0,95 e entre 1,05 a 1,10, respectivamente na ausência e na presença de plantas daninhas.

A evapotranspiração de referência pode ser estimada por diversos métodos, que são escolhidos em função da disponibilidade de aparelhos meteorológicos na região, sendo comumente utilizada a equação de Penman-Monteith, tanque Classe A, entre outros.

Para o cálculo da lâmina a ser aplicada na cultura, utilizam-se as equações 2 e 3 que, pela relação entre a irrigação real necessária (IRN) e a eficiência de aplicação, cujo valor geralmente se estima em 90% (MANTOVANI et al., 2009), encontra-se a irrigação total necessária (ITN).

$$IRN = ET_c \cdot TR \quad (2)$$

$$ITN = \frac{IRN}{0,9} \quad (3)$$

em que:

TR – Turno de rega. Geralmente, de 1 a 3 dias.

O tempo de irrigação por árvore é calculada pela equação 4:

$$Ti = \frac{ITN \times A}{n \times Qg} \quad (4)$$

em que:

Ti - Tempo de irrigação (horas).

A - Área de cada planta (m²).

n - Número de gotejadores por planta.

Qg - Vazão do gotejador (L h⁻¹).

A aplicação de água pela estimativa do balanço hídrico do solo também pode ser alternativa, como exemplo, com a utilização de aparelhos denominados tensiômetros, os quais consideram a umidade do solo onde o sistema radicular da cultura está se desenvolvendo (MARTINS et al., 2007). No entanto, para realizar esse manejo da irrigação via solo, os parâmetros físico-hídricos, como capacidade de campo e ponto de murcha permanente, precisam ser determinados.

Outro aspecto importante a ser considerado quanto à eficiência no uso da água, diz respeito ao dimensionamento do sistema, com a escolha da bomba adequada; tubulações sem rachaduras, ou com conexões “frouxas” ou com baixa resistência; linhas laterais em nível ou com pequeno declive e ajuste da diferença de pressão na linha lateral menor que 20% da pressão de serviço de emissor, entre outras considerações. O mau ajuste do sistema pode acarretar perdas em produtividade por déficit hídrico, falta de uniformidade ou aplicação excessiva de água, que favorece as perdas de produção por incidência de doença e, conseqüentemente, aumento nos custos com tratamento fitossanitário.

Custo da instalação do sistema de gotejamento

Para a implantação do sistema de irrigação por gotejamento é necessário responder as seguintes perguntas:

- Quais são as opções para a elaboração de um bom e eficiente projeto?
- Qual é o custo dos componentes do sistema?
- Quais variáveis que influenciam no custo?
- Qual é o custo operacional?

Segundo Oliveira et al. (2010), o custo do sistema de irrigação varia muito. Em seu trabalho na região de Lavras-MG, o custo foi relativo a um projeto com as seguintes características: conjunto motobomba 25 cv, área de 22 ha, chave de partida direta com contactor e relé, controlador eletrônico, injetor de fertilizantes tipo venturi com bomba reforço, válvulas de ar e vácuo, válvulas elétricas com solenóides, válvula de alívio, adutora de aço de 200 m até o cabeçal, cabeçal até os setores de PVC, tubo gotejador autocompensante com vazão de $2,3 \text{ L h}^{-1}$ com espaçamento de 0,75 m, dois filtros de disco com retrolavagem automática e desnível do terreno de 55 m. O custo operacional total médio foi de R\$154,97 por saca de café arábica (60 kg), no ano de 2004.

Os custos com a técnica podem ser elevados inicialmente, mas tendem a ser reduzidos quanto maior o espaçamento entre plantas e mais plana for a área, pois poderão ser empregados tubos de menores diâmetros. E no projeto, sabe-se que as tubulações podem representar 60 a 70% do custo total. Assim, é conveniente escolher tubulações com diâmetros menores, pois quanto maior o diâmetro desse componente, maior a potência da bomba e, conseqüentemente, mais caro é o custo inicial e maior o gasto de energia.

Exemplo de projeto de cafeeiro irrigado

Conforme o Zoneamento Agroclimático para a Cultura do Café no Estado do Rio de Janeiro (MANZATTO, 2003), o município de São José de Ubá apresenta 93% de áreas agrícolas aptas para a produção de café robusta (Conilon), contudo, em condições irrigadas, uma vez que a região apresenta déficit hídrico maior que 150 mm. Dessa forma, estudou-se a seguinte situação hipotética para aquele município:

- Cultura: *Coffea canephora* – Café Conilon
- Local: São José de Ubá-RJ
- Solo: Cambissolo
- Clima: conforme Gonçalves et al. (2006), o município de São José de Ubá apresenta temperatura que varia de 18,61 a 23,98°C. As médias anuais de precipitação e umidade relativa do ar são, respectivamente, iguais a 1.100 mm e 77%. A Figura 1 apresenta a distribuição das chuvas ao longo dos meses do ano para a região Noroeste Fluminense, e a Figura 2 o balanço hídrico do município de São José de Ubá, na qual se observa um período de déficit hídrico entre março e setembro que totaliza 262,2 mm anuais.

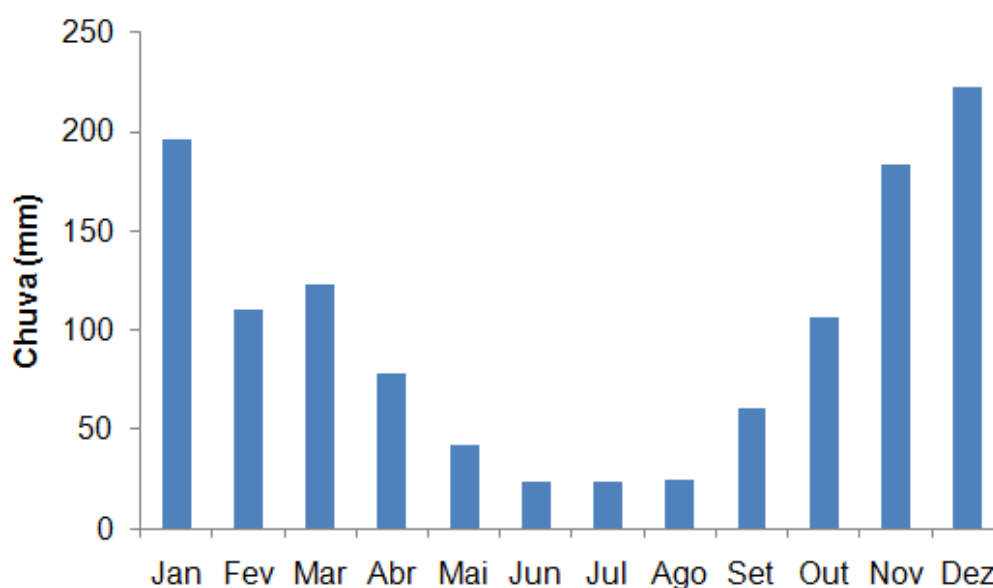


Figura 1. Distribuição da chuva para a região Noroeste Fluminense.
Fonte: Gonçalves et al., (2006), adaptado pelo autor.

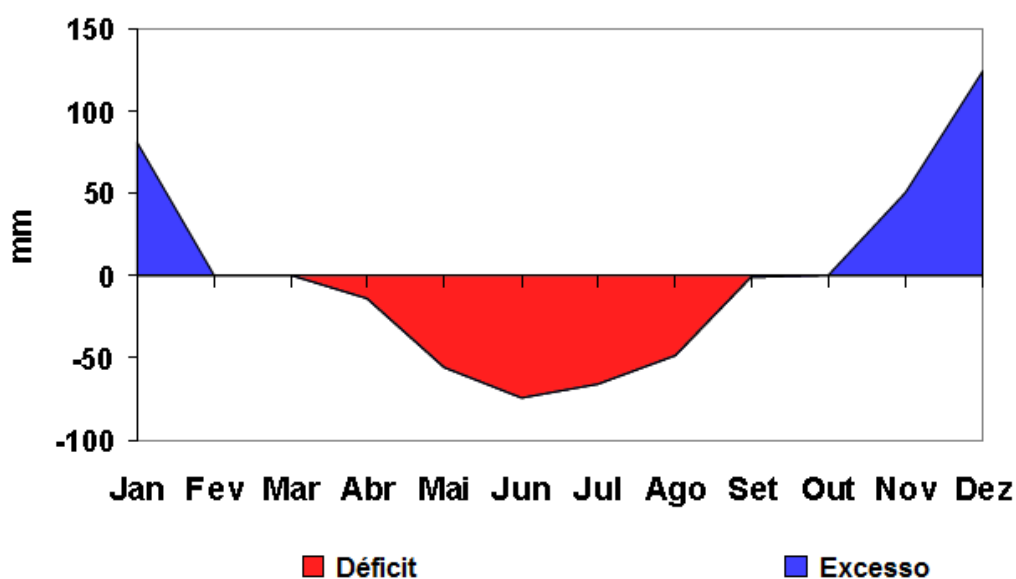
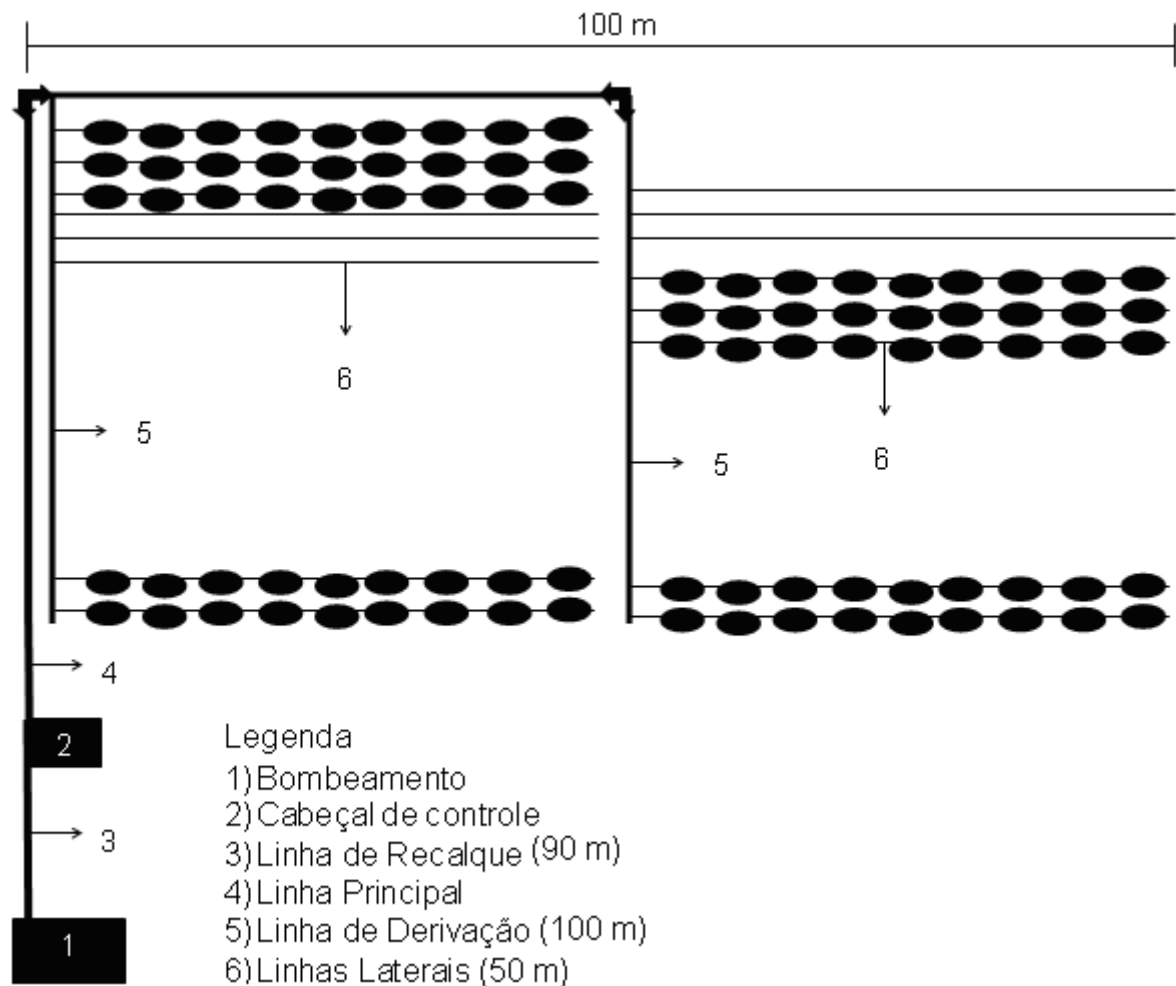


Figura 2. Extrato do balanço hídrico para o município de São José de Ubá-RJ.
Fonte: Gonçalves et al., (2006), adaptado pelo autor.

- Área: 1 hectare, na dimensão de 100 x 100 metros
- Vazão estimada para o sistema: $2,06 \text{ L s}^{-1}$ ou $7,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- Espaçamento: 2,5 metros (entre ruas) x 1,0 metro (entre plantas)
- Gotejador: $3,75 \text{ L h}^{-1}$, pressão de serviço de 10 mca.
- Situação hipotética: distância entre a motobomba e o cabeçal de controle (tubulação de recalque) é de 90 metros. Considera-se um desnível de 30 metros entre a fonte de água e o cabeçal de controle (altura de recalque). Turno de rega a ser adotado será de 2 dias, sendo a área subdividida em 2 unidades de 0,5 ha, com uma irrigação diária. A altura de sucção é de 6 metros. Dessa forma, estimou-se a vazão do projeto em $7,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, a altura manométrica da bomba em 65 mca e a potência da bomba em 2,3 cv (cavalo vapor).
- Croqui:



- Estimativa do custo de implantação:

Tabela 1: Estimativa de custo dos componentes do sistema de irrigação por gotejamento.

Componentes	Qtd.	R\$/unid.*	Total
Sistema de Bombeamento			
Tubo PVC Sold 75 mm (6m)	1	16,90	16,90
Motobomba KSB 25-200 3500 rpm 8cv rotor 195	1	840,00	840,00
Componentes da sucção para a motobomba	1	110,00	110,00
Componentes de saída da motobomba	1	172,00	172,00
Dispositivo de acionamento e proteção elétrica	1	230,00	230,00
Registro de gaveta	1	79,49	79,49
Subtotal 1 (R\$)			1.431,49
Tubulação de Recalque			
Tubo PVC sold 50 mm PN 80 (6m)	15	9,50	161,50
Subtotal 2 (R\$)			161,50
Cabeçal de Controle			
Filtro de disco 120 mesh	1	81,93	81,93
Adaptador para filtro 50 mm	2	15,65	31,30
Curva 90 graus ERR PVC 50 mm	2	11,42	22,84
Regulador de pressão	1	31,00	31,00
Adaptadores para registro	2	4,30	8,60
Manômetro Bourdon (0 – 100 mca)	1	100,00	100,00
Subtotal 3 (R\$)			275,67
Linha Principal			
Tubo PVC Sold PN 80 50 mm (6 m)	25	9,50	237,50
Curva 90 graus PVC 50 mm	2	11,42	22,84
Registro de gaveta 50 mm - 1.1/2"	2	79,49	158,98
Subtotal 4 (R\$)			419,32
Linha de Derivação			
Tubo PVC Sold 50 mm (6 m)	34	9,50	323,00
Luva Sold LF 50 mm	2	3,61	7,22
Tampão final (caps) PVC 50 mm	2	2,56	5,12
Subtotal 5 (R\$)			335,34
Linhas Laterais			
*Tubo de polietileno 16 mm PN 30 (metros)	4.000	0,71	2.840,00
Chula injetron 16mm	80	0,46	36,80
Conector inicial c/roscas 16 mm	80	0,76	60,80
*Gotejador 3,75 Lh ⁻¹ (10 mca)	4.000	0,29	1.160,00
Subtotal 6 (R\$)			4.097,60
Outros Itens			
Lixa d'água	2	2,07	4,14
Adesivo plástico	1	21,18	21,18
Fita veda rosca	1	5,39	5,39
Furador p/inserção dos gotejadores	1	56,40	56,40
Mão de obra de instalação especializada	10	60,00	600,00
Mão de obra não especializada	10	32,00	320,00
Subtotal 7 (R\$)			1.007,11
Total (R\$)			7.728,03

* Preço médio estabelecido para o período de 2010 a 2011.

Os gotejadores escolhidos para a estimativa do custo do projeto de irrigação são do tipo “botão”, que apresenta maior vida útil e menor risco de entupimento, porém necessita de mão de obra para instalá-los. Estima-se que em 1 hora um trabalhador possa colocar a média de 100 gotejadores. Contudo, esse trabalho pode ser substituído pela aquisição de tubos gotejadores, com diâmetro nominal de 16 mm e vazão de 4 L h⁻¹ e espaçamento de 1,0 m entre plantas, ao custo de R\$ 1,85 por metro linear, totalizando R\$ 7.400,00 para o custo das linhas laterais.

Na Tabela 1 pode-se perceber que o custo inicial estimado dos componentes do sistema de irrigação por gotejamento, atualmente, é de R\$ 7.728,03 por hectare. O preço médio da saca de café conilon no Espírito Santo, principal produtor nacional, é de aproximadamente R\$ 200,00. Observa-se que é possível pagar o sistema de irrigação por gotejamento com, mais ou menos, a produção de 39 sacas. A produtividade regular de uma lavoura de café no Brasil está entre 10 e 20 sacas de café beneficiado por hectare, sendo considerada boa quando superior a 20 sacas/ha (BRASIL, 1996). A produtividade média por hectare obtida por Soares (2001) com a irrigação por gotejamento foi de aproximadamente 35 sacas. Em Campos dos Goytacazes-RJ, Andrade et al. (2010) obtiveram a produtividade média de 52 sacas por hectare utilizando o sistema de irrigação por gotejamento. Então, levando-se em consideração a produção por hectare, observa-se que o sistema pode pagar o seu custo inicial. Além disso, deve-se considerar também que a vida útil do sistema gira em torno de 10 a 15 anos, com os custos de implantação sendo amortizados ao longo do tempo.

O Programa de Geração de Emprego e Renda Rural - PROGER Rural, com recursos do Fundo do Amparo ao Trabalhador, financia em 100 % o custo de instalação de projetos de irrigação, sendo o investimento pago em até 8 anos, com carência de até 3 anos e taxa de juros de 6,25% ao ano (Tabela 2). Pressupondo-se um rendimento bruto de aproximadamente R\$6.000,00 por hectare em saca de café na primeira colheita (ano 3), R\$7.000,00 na segunda colheita (ano 4) e R\$8.000,00 a partir da terceira colheita (ano 5 em diante), o comprometimento para a amortização é de 25 % da produção para pagamento do investimento na irrigação de 1 ha. Esta situação é adequada para o planejamento financeiro do produtor, uma vez que nos dois primeiros anos de café conilon o rendimento bruto é inferior a 10 sacas/hectare. E por vários anos, considerando um ciclo bienal de produção, a lavoura ainda é lucrativa ao realizar as podas de produção (EMBRAPA RONDÔNIA, 2005).

Deve-se observar que, na Tabela 2, não estão incluídos os custos da energia elétrica. Para a bomba especificada, estima-se que o custo de energia atinja em torno de 10% da produção. Porém, em situações em que a fonte de água esteja mais próxima à área de plantio e com uma topografia menos acidentada, este custo será menor.

Tabela 2. Estimativa de cálculo de amortização do financiamento de irrigação para 1 ha de café Conilon.

Ano	Investimento na irrigação	Juros (6,25 % a.a.)	Subtotal	Amortização (25 % da produção)	Total
1	7728,03	483,00	8.211,03	Carência	8.211,03
2		513,19	8.724,22	"	8.724,22
3		545,26	9.269,49	1.500,00	7.769,49
4		485,59	8.255,08	1.750,00	6.505,08
5		406,57	6.911,65	2.000,00	4.911,65
6		306,98	5.218,62	2.000,00	3.218,62
7		201,16	3.419,79	2.000,00	1.419,79
8		88,74	1.508,52	1.508,52	0,00

4. Fertirrigação

A fertirrigação é uma prática utilizada há muito tempo, e recentes pesquisas demonstram aumento de produtividade das culturas. Como exemplo, para a cultura do café, Medeiros et al. (2008) obtiveram melhoria efetiva do estado nutricional do café quando utilizaram água residuária pura, proveniente de esgoto doméstico, ao contrário do sistema convencional de produção. Outro trabalho, de Rezende et al. (2010), sobre o desenvolvimento inicial do cafeeiro IAPAR-59 mostra que a fertirrigação aumenta significativamente o diâmetro da copa do cafeeiro. No entanto, Fernandes et al. (2007) concluíram, após 4 safras, que a produtividade e a qualidade do café Catuaí Vermelho IAC 144 não apresentaram diferenças significativas quando submetido à fertirrigação ou à aplicação convencional de fertilizantes no solo.

Caracterização do sistema de quimigação ou fertirrigação

A fertirrigação é uma técnica diretamente associada aos sistemas de otimização da água. Assim, é oportuno descrever as exigências hídricas da cultura e estimar um calendário de irrigação. Dentre as principais vantagens da fertirrigação, destacam-se:

- Alta eficiência no uso da água e de fertilizantes.
- Possibilidade de aumentar a produtividade e a qualidade da colheita.
- Controle da concentração de nutrientes na solução do solo.
- Fertilizantes e outros agroquímicos são aplicados conforme a necessidade da planta.
- Os nutrientes são aplicados bem próximos à planta, diminuindo a lixiviação dos mesmos.
- Melhor eficiência na recuperação dos nutrientes.
- Flexibilidade na escolha da época de aplicação dos fertilizantes.
- Melhor controle fitossanitário.

- Riscos de compactação do solo são diminuídos.
- Menor custo de mão de obra.

E como desvantagens:

- Alto investimento inicial.
- Custo da adoção de fertilizantes químicos solúveis.
- Mão de obra especializada.

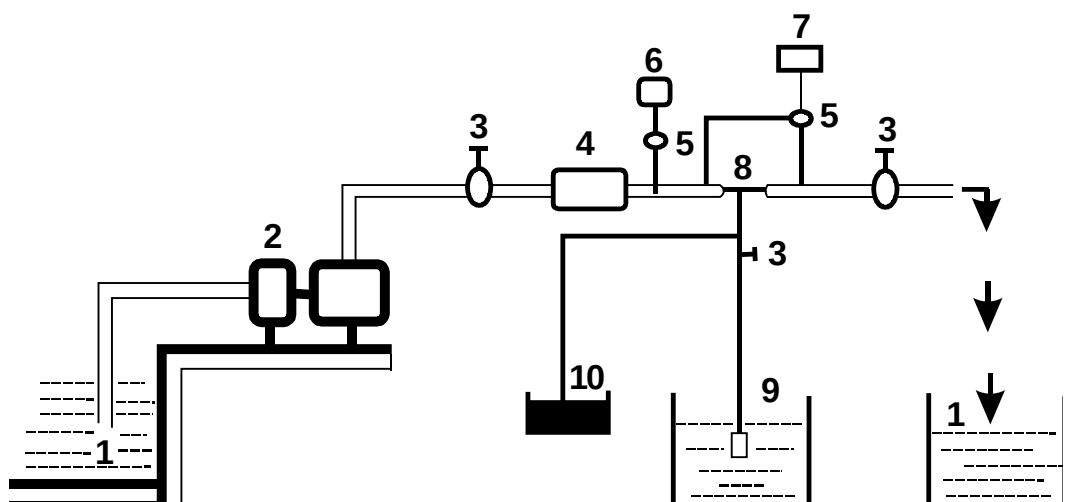
Além da aplicação de fertilizantes, outros produtos químicos podem ser injetados pelo sistema de irrigação, como herbicidas, fungicidas, inseticidas, nematicidas e reguladores de crescimento. Há também demonstrações sobre a utilização de cloro, ácidos e outros produtos para desentupimento dos gotejadores (FOLEGATTI, 1999).

Para a aplicação do fertilizante junto à água de irrigação é necessário que o sistema possua um injetor para fazer a incorporação dos produtos, considerado um dos principais componentes do sistema de irrigação localizada.

Os injetores podem ser classificados em três grupos:

- Os que utilizam pressão positiva, por exemplo, bomba injetora.
- Os que utilizam diferença de pressão, por exemplo, tanque de derivação.
- Os que utilizam pressão efetiva negativa, como, por exemplo, injetor tipo Venturi (Fig. 3) e injeção por meio da tubulação de sucção da própria bomba do sistema de irrigação (este método não é recomendável, pois pode poluir as fontes de água).

Mais informações acerca da técnica da fertirrigação poderão ser obtidas em Folegatti et al. (1999), Albuquerque e Durães (2008), entre outros.



- | | |
|---------------------------|---|
| 1 - Reservatório de água | 6 - Medidor de pressão microprocessado |
| 2 - Conjunto motobomba | 7 - Medidor de diferencial de pressão microprocessado |
| 3 - Válvula de gaveta | 8 - Injetor Venturi |
| 4 - Medidor de vazão | 9 - Reservatório de sucção |
| 5 - Transdutor de pressão | 10 - Vacuômetro com coluna de mercúrio |

Figura 3. Esquema injetor Venturi.
Fonte: Ferreira et al. (1996)

5. Considerações finais

De forma geral, a irrigação garante maior segurança à atividade de produção agrícola, sendo responsável por acréscimos na rentabilidade das lavouras. O uso da irrigação por gotejamento constitui importante investimento, que deve ser feito em conjunto com as outras técnicas indicadas para o manejo do café conilon.

O custo inicial pode ser mais elevado em relação a outros métodos de irrigação, no entanto, a maior eficiência no uso da água e na aplicação de fertilizantes, em conjunto com a economia no uso da mão de obra, representam vantagens econômicas relevantes em médio prazo, o que tornam a irrigação por gotejamento vantajosa para o produtor rural. Além disso, um aspecto importante da adoção de sistemas como o gotejamento é a economia de água. Dessa maneira, a tecnologia gota a gota de aplicação de água e fertilizantes, pode ser tecnologia ecologicamente correta e viável economicamente para os agricultores.

6. Referências

- AGRIANUAL 2001: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2000. 545 p.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528 p.
- ANDRADE, W. E. de B. et al. O café no norte-fluminense: possibilidades de aumento da produção e da sustentabilidade. Niterói: Pesagro-Rio; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 107 p.
- ANTUNES, R. C. B. et al. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na região das vertentes de Minas Gerais – resultados de 1998/2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Anais... Brasília: Embrapa Café; MINASPLAN, 2000. p. 823-826.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - PROCAFÉ. Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais. Belo Horizonte: FAEMG, 1996. 52 p.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.
- CARVALHO, H. P. Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura do café. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 173 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2010: segunda estimativa, maio/2010 / Companhia Nacional de Abastecimento. - Brasília: Conab, 2010 Disponível em: <http://www.carvalhaes.com.br/safra/anexos/conab2010-2.pdf>. Acesso: 17 de julho de 2011.

EMBRAPA RONDÔNIA. Cultivo do café Robusta em Rondônia. Porto Velho, 2005. (Embrapa Rondônia. Sistema de Produção, 5). Versão eletrônica, ISSN 1807-1805

FERNANDES, A. L. T. et al. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 2, p.159-166, 2007.

FERREIRA, J. O. P.; FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. Desempenho de um injetor de fertilizantes do tipo venturi para fins de fertirrigação. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 105-113, jan./abr. 1996.

FOLEGATTI, M. V. Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999, 460 p.

GONÇALVES, A. O.; FIDALGO, E. C. C.; BASTOS, C. L. Caracterização climática do município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 28 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 95),

LIMA, L.; SILVA, E. Irrigação por gotejamento em café. ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna, n. 48, p. 50-55, 2000.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. ITEM - Irrigação & Tecnologia Moderna. Brasília, v. 48, p. 45-49, 2000.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MANZATTO, H. R. H. Zoneamento agroclimático para a cultura de café no Estado do Rio de Janeiro. Niterói: PESAGRO-RIO, 2003. Não paginado.

MARTINS, C. C. et al. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, Apr./June 2007.

OLIVEIRA, E. L. et al. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaíá considerando seis safras. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, set./out. 2010.

REZENDE, R. et al. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro em diferentes regimes hídricos e dosagens de fertirrigação. Engenharia Agrícola, Jaboticabal v. 30, n. 3, p. 447-458, maio/jun. 2010.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. Irrigação na cultura do café. Campinas: Arbore, 1996. 146 p.

VICENTE, M. R. Efeito da irrigação e do posicionamento das linhas dos gotejadores (superficial e subsuperficial) na produtividade de cafeeiros na região do Cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003. Porto Seguro. Anais... Brasília: Embrapa Café, 2003. p. 124-125.



**SECRETARIA DE
AGRICULTURA,
PECUÁRIA, PESCA
E ABASTECIMENTO**

**SUPERINTENDÊNCIA DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**



Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro