

- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Beserra, A. E.; Lacerda, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, In: Medeiros, S. S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. O.; Paz, V. P. da S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, Campina Grande: INSA. 2011. p.383-422.
- Moura, M. S.; Galvêncio, J. D.; Brito, L. T. de L.; Silva, A. de S.; Sá, I. I. de.; Leite, W. de M. Influência da Precipitação Pluviométrica nas das Áreas de Captação de Água de Chuva na Bahia. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC. 2007. CD Rom
- NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: NRC. 2001. 381p.
- Santos, M. J.; Araújo, L. E.; Oliveira, E. M.; Silva, B. B. Seca, precipitação e captação de água de chuva no semiárido de Sergipe. Revista Engenharia Ambiental, v.6, p.55-73, 2009.
- Siegert, K. Introduction to water harvesting: Some basic principles for planning, design and monitoring. In: FAO, Rome. Water harvesting for improved agricultural production. 1994.
- Silva, A. de S.; Magalhães, A. A.; Santos, E. D.; Morgado, L. B. Irrigação por potes de barro. Descrição do método e testes preliminares. Petrolina: Embrapa CPATSA. 1982. 40p. Boletim de Pesquisa, 10
- Silva, A. de S.; Porto, E. R.; Gomes, P. C. F. Seleção de áreas e construção de barreiros para uso em irrigação de salvação no Trópico Semi-Árido. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1981. 43p. Circular Técnica, 3
- Silva, M. S. L.; Honorio, A. P. M.; Anjos, J. B.; Porto, E. R. Barragem subterrânea. Petrolina: Embrapa CPATSA, 2001. 4p. Instruções Técnicas, 49
- Silva, M. S. L.; Lopes, P. R. C.; Anjos, J. B.; Silva, A. S.; Brito, L. T. L.; Porto, E. R. Exploração agrícola em barragem subterrânea. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, p.975-980, 1998.
- Silva, M. S. L.; Mendonça, C. E. S.; Anjos, J. B.; Ferreira, G. B.; Santos, J. C. P.; Oliveira Neto, M. B. Barragem subterrânea: Uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semiárido do Brasil. Recife: EMBRAPA, 2007. 10p. Circular técnica, 36
- Suleman, S., M. K. Wood, B. H. Shah, and L. Murray.. Rainwater harvesting for increasing livestock forage on arid rangelands of Pakistan. Journal Range Management, v.48, p.523-527, 1995.

10 28719

Capítulo 5

Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar de assentamentos ribeirinhos do semiárido

Eugênio F. Coelho¹, Tibério S. M. da Silva¹, Alisson J. P. da Silva², Ildos Parizotto¹, Beatriz S. Conceição² & Delfran B. dos Santos²

¹ Embrapa Madioca e Fruticultura

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

- 5.1 Introdução
 - 5.2 Caracterização da agricultura familiar de assentamentos do semiárido
 - 5.3 Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar
 - 5.3.1 Sistema "bubbler" adaptado
 - 5.3.2 Microaspersão artesanal
 - 5.3.3 Xique-xique
 - 5.3.4 Xique-xique modificado
 - 5.3.5 Gotejamento com uso de emissores artesanais ou comerciais de baixo custo
 - 5.3.6 Bacias abastecidas por canais elevados revestidos
 - 5.3.7 Irrigação por mangueira perfurada
 - 5.3.8 Sistemas de irrigação localizada "garrafas PET"
 - 5.4 Avaliação hidráulica dos sistemas de baixo custo em condições de campo
 - 5.5 Produtividade de culturas irrigadas por sistemas de baixo custo
 - 5.6 Experiência de campo sobre uso de sistemas de baixo custo
 - 5.7 Considerações finais
- Referências bibliográficas

Recursos hídricos em regiões semiáridas:
Estudos e aplicações
ISBN 978-85-64265-03-5

 **INSA**
Instituto Nacional do Semiárido
Campina Grande - PB

UFRB
Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas - BA

Instituto Nacional do Semiárido

5 Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar de assentamentos ribeirinhos do semiárido

5.1 INTRODUÇÃO

Segundo os dados elaborados pelo Projeto GeografAR, o Estado da Bahia possui 422 Assentamentos de Reforma Agrária, com aproximadamente 37.311 famílias assentadas numa área total de 1.262.056,03 ha, dos quais boa parte se situa na região semiárida; entretanto, tem sido preocupante a recorrente dificuldade de os assentamentos situados no semiárido se viabilizarem produtiva e economicamente, quando se observam os níveis de pobreza semelhantes aos da situação rural das áreas em que estão inseridos. Muitos desses assentamentos estão localizados nas margens de rios ou lagoas, mas, sem infraestrutura de irrigação constituindo-se, então, em fronteiras agrícolas que têm apenas a água como fator limitante e, pela viabilização da irrigação, podem tornar-se bolsões de produção agrícola, melhorando o nível de renda e a qualidade de vida dos agricultores desses assentamentos.

Os custos iniciais de instalação de sistemas de irrigação são relevantes para o pequeno produtor descapitalizado. Os sistemas de irrigação comumente usados têm preços que variam de 800 a 1.500 reais na irrigação por sulcos a 3.000 a 6.000 reais para irrigação localizada (Marouelli & Siva, 2000). Várias recomendações de sistemas para pequenas áreas estão disponíveis, tais como o uso de irrigação por potes, irrigação tipo xique-xique, low-head bubbler e sistema mandala, dentre outros. O uso de garrafas de plástico (PET) e outros objetos vêm sendo veiculados na mídia em sistemas de irrigação tipo microaspersão com uso de cotonetes e dutos de água, feitos de garrafas de plástico, como exemplo. Portanto, já existem indicações de uso de equipamentos de irrigação para agricultura familiar. É necessário, porquanto, uma avaliação técnica desses equipamentos ou desses sistemas existentes como é preciso, também, desenvolver ou adaptar sistemas condizentes com a agricultura de baixa renda, característica de assentamentos ribeirinhos do Semiárido. A inserção da irrigação nesses assentamentos poderá ser a causa de mudança do nível social dos pequenos agricultores desses locais.

Este trabalho tem como objetivo divulgar alguns sistemas de irrigação de baixo custo para uso em agricultura de pequena escala, como em assentamentos rurais do semiárido da Bahia.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE ASSENTAMENTOS DO SEMIÁRIDO

Alguns fatores podem ser apontados como limitantes de um provável impulso visando ao desenvolvimento e à redução da pobreza na região Nordeste do Brasil: baixo número de diplomados, instalações escolares precárias, baixa frequência e a estrutura fundiária essencialmente concentradora de terras. Informações da FAO/ INCRA (1995) destacam a existência de um grande contingente de pobres rurais que se encontram alijados dos sistemas de produção e crédito bancário. Surgem, então, correlações entre pobreza rural, conflito de terras, migração campo cidade e favelamento nas cidades.

A agricultura familiar, atualmente em teoria, é atendida por políticas públicas através de três vertentes: infraestrutura (com obras realizadas com recursos do Orçamento Geral da União e dos municípios); crédito rural, comercialização e serviços municipais e, por fim, a capacitação dos agricultores familiares e técnicos.

Alguns impedimentos naturais são encontrados em diversos Projetos de Assentamentos (PAs) do semiárido do Estado da Bahia, em áreas degradadas de antigas fazendas, podendo-se constatar que toda a vegetação arbórea foi devastada, inclusive a mata ciliar no leito dos rios devido à exploração de pastagens para criação de gado bovino. Destacam-se características mais específicas, como: baixa e/ou irregularidade de precipitação de chuvas; baixa produtividade; grandes distâncias das cidades; dificuldades de comercialização e deslocamento; dificuldade de acesso aos serviços públicos; estradas precárias de acesso; falta de comunicação, falta de transporte regular; normalmente não são atendidos por assistência técnica; baixa escolaridade e até analfabetismo; idade da maioria acima dos 45 anos, quando a força de trabalho está em declínio; embora muitas vezes localizados próximos aos rios, não possuem água potável; dificuldade de trabalhar coletivamente, pois o individualismo se faz presente na primeira dificuldade; dificuldades de acesso e/ou pagamento dos financiamentos na data apazada. Como consequência tem-se baixa lucratividade, visto que trata de atividades tradicionais de baixa rentabilidade, relativos a problemas climáticos, terreno e também por se tratar de pequenos negócios. A irrigação surge como a principal alternativa desses indivíduos dos projetos de assentamento, pois se eles foram assentados para viver da agricultura próxima de mananciais hídricos em um ambiente com déficits hídricos que impedem o desenvolvimento da agricultura, o fornecimento de água para irrigação pode transformá-los em pequenos empresários produtivos. A grande limitação para isso se refere ao custo da irrigação e à situação descapitalizada dos assentados. É conveniente definir, para esses assentamentos, alternativas de sistemas de irrigação de baixo custo associados ao trabalho em associação ou em parceria entre famílias, de forma a mais de uma família utilizar os mesmos sistemas de bombeamento e adutora principal.

5.3 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Um sistema de irrigação constitui-se em um conjunto de: unidade de bombeamento, unidade de condução de água e unidade de armazenamento e de distribuição de água. O bombeamento pode ser feito por meio de conjunto motobomba movido a óleo ou gasolina e a eletricidade. Um conjunto motobomba pode funcionar para um agricultor único ou para mais de um, desde que a irrigação seja setorizada, ou seja, o tempo de funcionamento da motobomba seja dividido entre os agricultores. Com isto, o custo inicial do sistema que corresponde pelo menos a 40% do custo total, pode ser dividido entre os usuários produtores, reduzindo o ônus do sistema. A unidade de condução de água que compreende uma tubulação de PVC de diâmetro entre 50 e 100 mm se inicia junto ao sistema de bombeamento, indo até a área de produção onde a água poderá ser aduzida a um reservatório de água elevado (Figura 5.1) ou se conectar diretamente com os registros equivalentes aos respectivos setores a serem irrigados. O reservatório elevado permite um tempo menor de funcionamento do conjunto motobomba, significando redução de gastos de combustível e do desgaste do conjunto motobomba. No caso, a irrigação é feita, prioritariamente, com sistemas de baixa pressão (menor de 10 metros de coluna d'água - mca).

A tubulação que conduz a água da fonte (rio, represa, ribeirão) até a caixa ou até a área de produção, é a tubulação principal ou linha principal. Esta tubulação será ramificada em tubulações chamadas linhas secundárias que, por sua vez, poderão ser chamadas linhas de derivação, se delas saírem mangueiras de polietileno para as fileiras de plantas. Os tubos ou mangueiras de onde saem os emissores (aspersor, miniaspersor, gotejador) são chamados de linhas laterais.



Foto: Ildos Parizotto

Figura 5.1 Sistema de irrigação de baixa pressão com uso de reservatório elevado para distribuição de água por gravidade

A abordagem de sistemas de irrigação para agricultura familiar tem foco principal no custo; entretanto, é oportuno observar que o custo de um sistema envolve tudo que for necessário para aplicação de água a todas as plantas de uma área cultivada. Uma linha lateral móvel de PVC contendo alguns aspersores de baixa pressão, pode irrigar toda uma área, desde que haja pessoas para movê-la ao longo da linha principal. Da mesma forma, poucas linhas laterais de polietileno com microaspersores inseridos poderiam fazer o mesmo que muitas linhas, desde que movidas de posição ao longo da linha de derivação. Assim, a mão-de-obra pode compensar o custo de um sistema de irrigação.

A existência de tecnologias de irrigação e o tempo disponível dos agricultores para esta operação podem levar os agricultores a preferirem sistemas fixos, mesmo que tenham custos mais elevados. Os sistemas que serão descritos a seguir são sistemas possíveis de serem usados em pequenas áreas de cultivo, envolvem sistemas fixos de baixa pressão, que pode ou não usar água aduzida da caixa elevada e média pressão, que carece de sistema de bombeamento.

5.3.1 Sistema "bubbler" adaptado

É um sistema de baixo custo (R\$1.300,00 a R\$1.420,00 ha⁻¹) apropriado para fruteiras ou hortaliças, visto que se baseia em baixa carga hidráulica, podendo usar água de uma caixa elevada a no mínimo 2,5 m acima do solo, dispensando bombeamento (Keller, 1990). O sistema é simples e consiste de linhas laterais conectadas à linha de derivação por registros. Cada linha lateral irriga duas fileiras de plantas, ficando centralizada entre as duas fileiras. Dois segmentos de mangueira plástica ou polietileno são conectados à linha lateral, para aduzir água a duas plantas (Figura 5.2). O diâmetro das linhas laterais e das mangueiras que abastecem as plantas, é calculado por meio de aplicativos computacionais de dimensionamento desses sistemas, como é o caso do programa computacional Bubbler – versão 1.1, desenvolvido pelo Department of Agricultural and Biosystems Engineering of the University of Arizona, o qual se

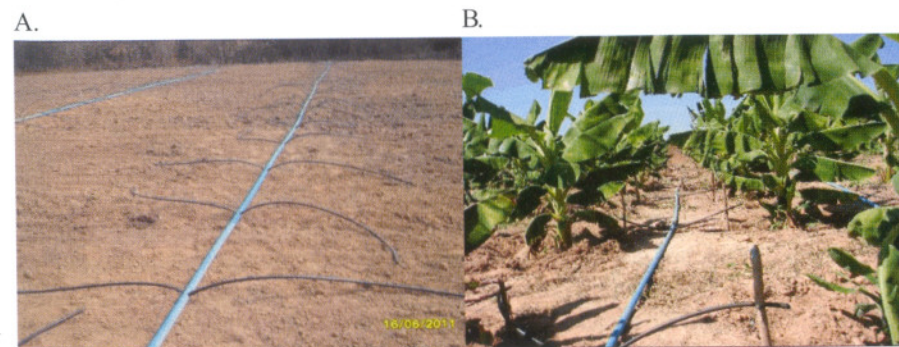


Foto: Tibério Santos Martins Silva

Figura 5.2 Sistema de irrigação "Bubbler" adaptado. Montagem do sistema antes do plantio (A) e sistema montado em cultivo de bananeiras (B)

mostrou adequado para dimensionamento de sistemas bubblers (Souza et al., 2005). O aplicativo fornece os diâmetros das linhas laterais, tal como o diâmetro e a posição da mangueira que sai da linha lateral e abastece a planta. A posição da saída da água acima da superfície do solo depende do dimensionamento hidráulico feito pelo aplicativo.

Uma vez instalado, o sistema bubbler por ser fixo e envolver mangueiras de diâmetro mínimo de 10 mm, requer pouca mão-de-obra e, pelas vazões bem maiores que as dos sistemas de irrigação localizada convencionais, é de boa aceitação pelos produtores. O uso do sistema em campo, entretanto, difere do estabelecido no projeto porque é difícil manter as mangueiras emissoras de água nas posições originais; com isso, os irrigantes trabalham com as mesmas no nível do solo, controlando as vazões através de fechamento e sua abertura. É feita uma bacia no entorno da planta onde é colocada a extremidade da mangueira (Figura 5.3).



Foto: Eugênio Ferreira Coelho

Figura 5.3 Bacia no entorno da planta de bananeira irrigada pelo sistema bubbler adaptado

5.3.2 Microaspersão artesanal

Este sistema segue o mesmo desenho do sistema de microaspersão convencional, apenas com a diferença de que os emissores são construídos a partir de segmentos de microtubos de polietileno de 4 mm de diâmetro interno e 0,08 m de comprimento, assim como os rabichos dos microaspersores tradicionais. Solda-se uma das pontas do segmento e se fazem um ou dois cortes horizontais na sua extremidade; a outra extremidade do segmento é encaixada em um conector que será inserido na mangueira da linha lateral. Este sistema é caracterizado pela fácil instalação e baixo custo, quando comparado com outros tipos de emissores, correspondendo a, no máximo, 20% do custo de um microaspersor comercial.



Foto (A) e (B): Tibério Santos Mertins Silva; Foto (C): Alisson Jadavi Pereira da Silva

Figura 5.4 Microaspersor artesanal em sistema de irrigação localizada. Microaspersor artesanal em funcionamento (A), irrigação da bananeira via microaspersão artesanal (B) e irrigação da alface via microaspersão artesanal (C)

5.3.3 Xique-xique

O sistema de irrigação do tipo xique-xique (Figura 5.5) consiste na aplicação de água, através de tubos perfurados, com diâmetro de furo de, no máximo, 1,6 mm (Bezerra et al. 2004). O sistema pode ser confeccionado artesanalmente como descrito a seguir: utilizando-se mangueiras de polietileno destinadas para irrigação localizada, e com o auxílio de agulha de metal utilizada para vacinar animais, efetuam-se perfurações com espaçamentos uniformes de 20 cm no decorrer da mangueira para irrigação de olerícolas, e para outros tipos de culturas (ex: fruteiras) o espaçamento entre os orifícios vai depender do espaçamento da cultura. Em seguida corta-se pedaços de 5 cm da mangueira de polietileno, formando pequenos cilindros, que ao serem cortados em uma das bordas no sentido longitudinal, passam a funcionar como braçadeiras a serem colocadas sobre as perfurações, reduzindo a energia cinética da água na saída do orifício evitando que a água sai em forma de jatos.



Foto: Delfran B. dos Santos

Figura 5.5 Irrigação de cenoura por sistema “xique-xique” na área experimental do Instituto Federal Baiano, Senhor do Bonfim, Bahia (A), emissor em funcionamento (B) e detalhamento do orifício e braçadeiras (C)

5.3.4 Xique-xique modificado

Usa o mesmo desenho de um sistema xique-xique de irrigação, com a diferença no emissor de que, ao invés do furo simples usa-se um conector de saída interna de 4 mm, com objetivo de melhorar a uniformidade de distribuição de água (Figura 5.6).

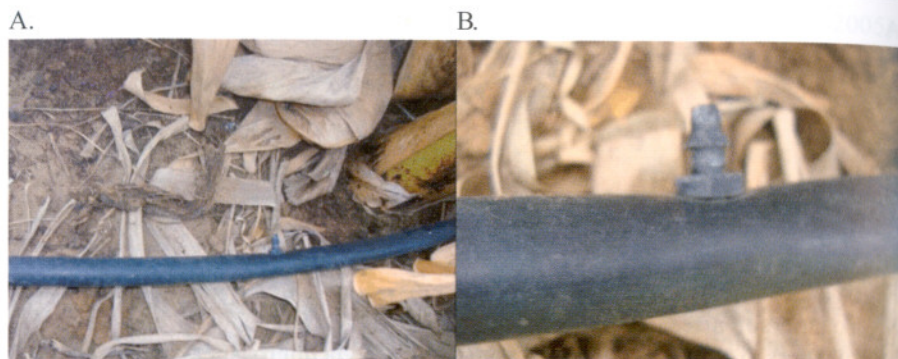


Foto: Tibério Santos Martins Silva

Figura 5.6 Xique-xique modificado em sistema de irrigação localizada. Irrigação da bananeira via xique-xique modificado (A) e conector de saída externa (B)

5.3.5 Gotejamento com uso de emissores artesanais ou comerciais de baixo custo

É o mesmo sistema de gotejamento, apenas com variação no uso de gotejadores. Os emissores podem ser feitos de forma artesanal, como no caso dos microaspersores, isto é, usando-se um segmento de microtubo de 4 mm de diâmetro interno, 0,08 m de comprimento vedado em uma das pontas e perfurado com um furo de 0,8 mm (Figura 5.7). Também podem ser usados emissores comerciais de baixo custo, de vazão regulável ou não (Figura 5.8); neste caso, os gotejadores, têm custo no máximo de 30% do valor dos emissores comerciais.

5.3.6 Bacias abastecidas por canais elevados revestidos

Neste sistema de irrigação não há necessidade de sistematização do terreno; entretanto, é importante uma declividade equivalente à de sulcos de irrigação (0,2%),

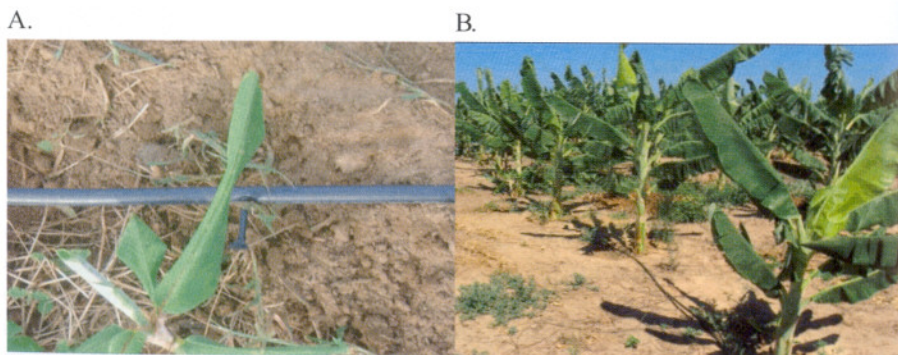


Foto: Eugênio Ferreira Coelho

Figura 5.7 Gotejamento com uso de emissores artesanais. Gotejador artesanal (A) e irrigação da bananeira por gotejamento com uso de emissores artesanais (B)



Foto: Tibério Santos Martins Silva

Figura 5.8 Gotejador comercial de baixo custo em sistema de irrigação localizada

de forma que a chegada da água no final dos sulcos ocorra em $\frac{1}{4}$ do tempo necessário à aplicação de determinada lâmina de irrigação. O sistema consta de um canal principal do qual partem os canais secundários entre duas fileiras de plantas, no caso de fruteiras (Figura 5.9). Esses canais são elevados, de forma que o fundo dos mesmos esteja a pelo menos 0,10 m acima da superfície do solo (Figura 5.9). No caso de fruteiras é feita uma abertura no canal próximo de cada planta.



Foto: Tibério Santos Martins Silva & Alisson Jadavi Pereira da Silva

Figura 5.9 Irrigação por superfície em bacias (A) e (B) e canteiros (C) abastecidos por canais elevados revestidos

Nos canais tradicionais a água se distribui mal ao longo da fileira de planta, ocorrendo grande perda por percolação no trecho inicial da fileira de plantas, além de deficiência de umidade na sua porção final, o que ocasiona irregularidade no desenvolvimento das plantas ao longo da linha de plantio. Esta problemática é evitada ao se revestir os sulcos.

Faz-se a irrigação por ordem das plantas de cotas mais elevadas sucedidas pelas de menor elevação até o final do canal. É relevante criar, durante a irrigação, uma carga de água uniforme, para manter uma vazão constante para as plantas, usando-se

comportas moveis feitas de sacolas plásticas cheias de terra. Essas sacolas são colocadas a determinada posição do canal que permita irrigar certo número de plantas de forma que a vazão para as mesmas seja igualmente distribuída (Figura 5.10).

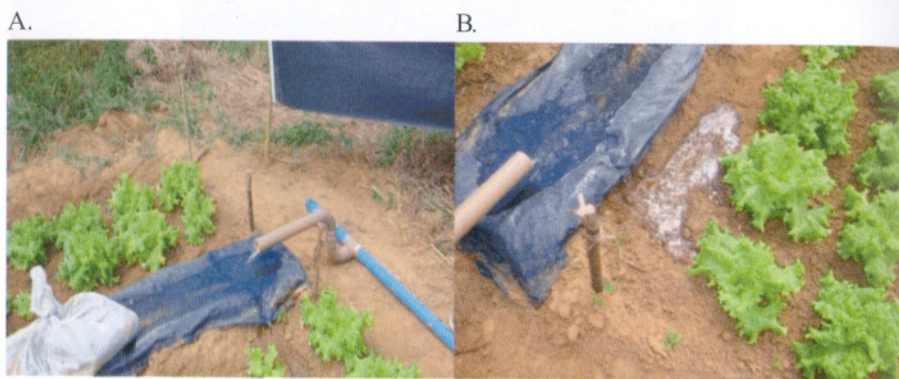


Foto: Alisson Jadavi Pereira da Silva

Figura 5.10 Aplicação de água em canteiros de produção de alface via sulcos com canais de superfície revestida. Uso de comportas móveis (A) e aplicação de águas nas primeiras plantas do canteiro (cota mais elevada) (B)

Assim que as plantas são irrigadas as aberturas dos canais para as mesmas são obstruídas, a comporta é deslocada para uma distancia abaixo no canal e são feitas aberturas para outras plantas, assim sucessivamente, até o final do canal. Tendo em vista a vazão relativamente elevada, o tempo de irrigação para este sistema, de ser mínimo, permite rapidez em todo o processo. O revestimento dos canais pode ser feito com lona plástica ou de polietileno; em lugares onde se tenha fácil acesso a material argiloso de alta densidade, pode-se revestir as paredes internas do canal com o mesmo de forma a impermeabilizá-lo de maneira eficiente, reduzindo perdas por condução.

5.3.7 Irrigação por mangueira perfurada

Este sistema é adequado a condições de culturas de alta densidade, como olerícolas; consiste de mangueiras de polietileno de baixa densidade de diâmetro 28 mm, que funciona na faixa de 2 m.c.a a 8 m.c.a de pressão de serviço, com furos de diâmetro 0,3 mm espaçados 0,30 m entre si. É bastante adequada para irrigação de hortaliças, podendo ser utilizada uma mangueira para dois canteiros (Figura 5.11).

5.3.8 Sistemas de irrigação localizada "garrafas PET"

O sistema de irrigação com uso de garrafas PET's está sendo muito utilizado principalmente para irrigação de mudas de fruteiras (cajuzeiro, cajazeira, umbuzeiro dentre outras) quando transplantadas para o campo, pois na fase inicial essas fruteiras, tradicionalmente cultivadas no semiárido, sofrem muito com o déficit hídrico, em virtude do seu sistema radicular ainda não ser profundo suficiente para extrair água

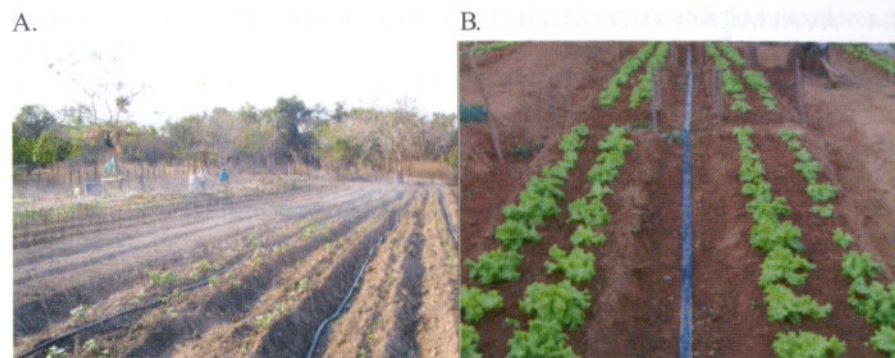


Foto: Alisson Jadavi Pereira da Silva

Figura 5.11 Irrigação por mangueira perfurada utilizando-se uma mangueira entre dois canteiros, vista de uma área de plantio de diversas hortaliças irrigada (A) irrigação de alface (B)

nas regiões mais profundas do solo. Esse sistema também pode ser confeccionado artesanalmente, conforme descrito a seguir: com auxílio de uma tesoura, corta-se a parte lateral inferior da garrafa, gerando uma abertura de forma que facilite o seu preenchimento com água; no centro da tampa da garrafa é feito um pequeno orifício para que ocorra a passagem da água de acordo a pressão gravitacional; em seguida prende-se a garrafa a um piquete de madeira a 5 cm do caule da planta. O Instituto Federal Baiano, campus de Senhor do Bonfim vêm desenvolvendo trabalhos de difusão dessa tecnologia, a Figura 5.12 mostra uma área de 0,2 hectares plantada com moringa irrigada por garrafas PET's.



Foto: Delfran B. dos Santos

Figura 5.12 Sistemas de irrigação localizada "garrafas PET". Irrigação de moringa (*Moringa oleifera*) com garrafas PET's na área experimental do Instituto Federal Baiano, Senhor do Bonfim, Bahia (A) e detalhamento da garrafa PET (B)

5.4 AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DOS SISTEMAS DE BAIXO CUSTO EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Os sistemas de irrigação de baixo custo foram avaliados em condições de campo, em quatro assentamentos: A1 – Assentamento Ferradura, no município de Barra, BA; A2 – Assentamento Nova Torrinha, município de Barra, BA, ambos margeando o médio São Francisco, com latitude: 11°08'; longitude: 43°10'; altitude: 402m; numa condição de clima semiárido, com pluviosidade média anual de 661,3mm; A3 – Assentamento Alto Bonito, em uma área próximo do rio Itapecuru, num Planossolo solódico eutrófico de textura arenosa a média e Regosol eutrófico e distrófico de textura franco-arenosa; no município de Cansação, BA (Lat. 10°67' Long. 39°30') cujo clima foi classificado como semiárido, com pluviosidade média anual de 485 mm e temperatura média de 25 °C e A4 – Assentamento Serra Verde, em uma área plana próximo de uma encosta nas proximidades da cidade de Senhor do Bonfim, BA (Lat. 10°47' Long. 40°11').

A cultura plantada nos assentamentos A1 e A3 foi a bananeira, em que os sistemas de irrigação utilizados: 1. Microaspersão artesanal; 2. Gotejamento artesanal; 3. xique xique com uso de um conector de 4 mm de diâmetro em cada furo da mangueira e 4. sistema *bubbler*. No assentamento A2 foi cultivada a melancia sob os sistemas de gotejamento comercial com uso de dois emissores sendo um gotejador de vazão regulável (GR) e um gotejador autocompensante (GA), ambos de fabricação industrial; no assentamento A4 a água utilizada foi oriunda exclusivamente de captação de chuva, tendo sido usada para a produção da alface irrigada por microaspersão artesanal (MA), mangueira perfurada (MP) e irrigação por superfície abastecida por canal revestido (SCR). Avaliaram-se, durante o ciclo das culturas nessas unidades de observação, o desempenho dos sistemas e a umidade, que resultou no solo em consequência da irrigação com uso dos mesmos. Foram coletados dados para determinação da variação de vazão do emissor, eficiência de emissão e coeficiente de variação, conforme metodologia de Bernardo et al. (1996).

Os resultados obtidos para os sistemas de microaspersão, xique-xique com uso do conector, gotejamento artesanal e bubbler, medidos no assentamento Ferradura, foram obtidos por Silva et al. (2011), conforme a Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Distribuição de água (Vazão média,; Coeficiente de variação – CV e uniformidade de emissão de água - EU) de sistemas de irrigação de baixo custo. Assentamento Ferradura, 2010

Sistema	Microaspersão	Xique-xique	Gotejamento	Bubbler
Vazão média (L h ⁻¹)	78,8	45,1	17,8	182,9
CV (%)	21,1	66,0	26,3	44,2
EU (%)	78,7	34,3	66,8	51,8

No assentamento Nova Torrinha, município de Barra, BA, foram medidos o desempenho dos sistemas de irrigação composto pelos gotejadores de vazão

regulável e autocompensantes de baixo custo, com base na medida de indicadores de desempenho medidos na superfície e subsuperfície do solo, ao longo da linha de plantio. Os dados obtidos são apresentados nas Tabelas 5.2 e 5.3.

Tabela 5.2 Indicadores de desempenho dos sistemas de irrigação de baixo custo medidos na superfície do solo (vazão média - Q, variação de vazão na linha lateral - ΔQ; uniformidade de emissão de água – EU e coeficiente de variação – CV) utilizados em assentamentos rurais do semiárido

Indicadores	Gotejador vazão regulável (GR)	Gotejador vazão auto compensante (GA)
Q (L h ⁻¹)	13,50	9,50
ΔQ (%)	62,67	84,25
EU (%)	64,52	50,76
CV (%)	29,53	45,29

Tabela 5.3 Indicadores de desempenho dos sistemas de irrigação de baixo custo medidos na subsuperfície do solo (umidade média - θ, variação de umidade no perfil do solo Δθ -; uniformidade de distribuição de umidade no interior do solo – EU e coeficiente de variação da distribuição de umidade – CV) utilizados em assentamentos rurais do semiárido

Indicadores	Gotejador vazão regulável (GR)	Gotejador vazão autocompensante (GA)	
		0,2 m de profundidade	
θ (cm ³ cm ⁻³)	0,2516	0,2874	
Δθ (%)	42,30	38,31	
EU (%)	82,56	85,19	
CV (%)	17,07	14,75	
		0,4 m de profundidade	
θ (cm ³ cm ⁻³)	0,2752	0,3157	
Δθ (%)	40,91	34,74	
EU (%)	93,54	88,91	
CV (%)	16,98	13,89	

No assentamento Alto Bonito, em Cansação, BA, foram avaliados os sistemas de superfície em bacias abastecidas por canais elevados revestidos (SUP), o sistema bubbler adaptado (BA) e o sistema de xique-xique, com uso de conector (XX). As avaliações levaram aos resultados dispostos na Tabela 5.4.

Todos os sistemas avaliados apresentaram baixa uniformidade de emissão, com valores inferiores a 78% e elevado coeficiente de variação, isto é, acima de 21,1%. A microaspersão artesanal apresentou maiores valores de uniformidade de emissão de água seguido do gotejamento, superfície, bubbler e xique-xique. O baixo desempenho desses sistemas comparado aos sistemas comerciais, pode ser explicado por meio de duas razões principais: a primeira, relativa à construção dos emissores, caso da microaspersão e do gotejamento

Tabela 5.4 Indicadores de desempenho dos sistemas de irrigação de baixo custo, medidos na superfície do solo (vazão média - Q, variação de vazão na linha lateral - ΔQ ; uniformidade de emissão de água - EU e coeficiente de variação - CV) utilizados em assentamentos rurais do semiárido. Assentamento Alto Bonito

Indicadores	Sistemas			
	Superfície	Bubbler	Xique-xique	Microaspersão artesanal
Q (L h ⁻¹)	735,10	381,30	18,56	64,27
ΔQ (%)	52,23	68,22	56,54	28,31
EU (%)	65,75	61,90	66,34	89,38
CV (%)	25,12	44,04	38,51	14,03

Tabela 5.5 Indicadores de desempenho dos sistemas de irrigação de baixo custo, medidos na subsuperfície do solo (umidade média - θ , variação de umidade no perfil do solo $\Delta\theta$ -; uniformidade de distribuição de umidade no interior do solo - EU e coeficiente de variação da distribuição de umidade - CV) utilizados em assentamentos rurais do semiárido

Indicadores	Sistemas	
	Bubbler	Xique-Xique
	0,2 m de profundidade	
θ (cm ³ cm ⁻³)	0,1856	0,1895
$\Delta\theta$ (%)	22,17	20,92
EU (%)	87,65	90,20
CV (%)	8,809	8,75

artesanal em que, apesar dos critérios impostos na sua construção, pode ter ocorrido variabilidade nas dimensões dos furos (gotejadores) e cortes (microaspersores); a segunda refere-se à operação dos sistemas pelos assentados. Tendo em vista a inexperiência dos mesmos em lidar com irrigação, houve problemas, como desuniformidade das pressões nas linhas laterais, tanto no espaço como no tempo, ou seja, não houve uma padronização da pressão nos setores irrigados, mas sim problemas de entupimento nos emissores, que foram ignorados e não reparados, contribuindo para a desuniformidade. Tais problemas são parte da realidade desses agricultores e podem ser esperados nas condições avaliadas. As avaliações da distribuição das umidades do solo a 0,20 m e 0,40 m de profundidade mostraram que, apesar de as uniformidades de distribuição de água não serem boas, as umidades no solo se distribuem de forma razoável, com uniformidade de distribuição acima de 85% e coeficientes de variação abaixo de 14,75% permitindo, que se consiga uniformidade na produção das culturas (Tabela 5.5).

5.5 PRODUTIVIDADE DE CULTURAS IRRIGADAS POR SISTEMAS DE BAIXO CUSTO

As cultivares de bananeira Prata Anã no espaçamento 3,0 m x 2,5 m, Grand Naine e Maçã no espaçamento 2,0 x 2,5 m, foram avaliadas em glebas de 0,2 ha no primeiro

ciclo no assentamento Ferradura, município de Barra; os agricultores receberam fertilizantes nitrogenados, e potássicos, tendo o fósforo sido aplicado na fundação juntamente com o FTE BR12; as produtividades dessas cultivares no primeiro ciclo foram computadas, conforme a Tabela 5.6.

Tabela 5.6 Produtividade de pencas (t ha⁻¹) de banana Grand Naine, Prata Anã e Maçã sob irrigação por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo. Barra, 2010

Sistemas	Grand Naine (1º ciclo)	Prata Anã (2º ciclo)	Maçã (1º ciclo)
	(t ha ⁻¹)		
Microaspersão	22,33 a	11,199	17,80 a
Xique-xique	26,33 b	-	11,60 b
Gotejamento	27,35 b	-	18,00 a
Canal revestido	28,60 b	12,133	19,10 a
Bubbler	31,40 b	9,997	-

Exceto pelo ocorrido nas parcelas com a cultivar Prata Anã, que teve seu primeiro ciclo inviabilizado, por ter apresentado problemas de frutificação, as demais cultivares avaliadas indicaram produtividades aquém das obtidas em condições de irrigação tecnicada mas com valores superiores à média das produtividades do estado da Bahia. As irrigações não foram feitas conforme as recomendações, devido à inexperiência dos agricultores familiares e a problemas de funcionamento do conjunto motobomba, com interrupção nas irrigações.

No Assentamento Alto Bonito, situado no município de Cansanção, a cultivar de bananeira Prata Anã foi plantada no espaçamento 3,0 x 2,5 m sob os sistemas de irrigação de bacias abastecidas por canais elevados revestidos, gotejamento artesanal e microaspersão artesanal. A cultivar BRS Tropical foi plantada com gotejamento artesanal no espaçamento 2,0 x 2,5 m. As produtividades obtidas com a bananeira Prata Anã conforme Conceição et al. (2011), apresentadas na Tabela 5.7, não demonstraram valores adequados para a condição irrigada, o que se deveu principalmente à baixa uniformidade de distribuição de água nos sistemas avaliados devido principalmente à entupimento dos emissores artesanais, apesar de sinalizarem maior abertura que os comerciais, sendo que não houve um trabalho no sentido de mantê-los desentupidos. Foi instalado um filtro de tela na entrada do sistema; entretanto, em virtude da redução de pressão, preferiu-se a retirada do filtro.

Tabela 5.7 Produtividade da bananeira Prata Anã (t ha⁻¹), no segundo ciclo de produção irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo. Alto Bonito, 2010

Tratamento	Produtividade de cachos (t ha ⁻¹)	Produtividade de pencas (t ha ⁻¹)	Comprimento do fruto (m)	Diâmetro do fruto (mm)
Microaspersão	9,3	9,33	0,15	32,0
Canal revestido	9,8	8,80	0,13	27,1
Gotejamento	12,7	9,56	0,13	29,2

No assentamento Serra Verde, em Senhor do Bonfim, BA, os sistemas de irrigação de baixo custo microaspersão artesanal, mangueira perfurada e superfície com abastecimento por canais revestidos, foram usados para a produção da alface (*Lactuca sativa* L.). Os diferentes sistemas de irrigação aplicaram o mesmo volume da água captada da chuva. Verificou-se que para essas condições o maior rendimento da alface foi obtido no sistema de irrigação com mangueiras perfuradas (20.150 kg ha⁻¹), seguido dos sistemas de irrigação por superfície com canais revestidos (14.557,5 kg ha⁻¹) e Microaspersão artesanal (9.300 kg ha⁻¹).

Na Tabela 5.8 observa-se que a máxima produção de matéria fresca da parte aérea (g planta⁻¹) se obtém em plantas irrigadas pelas mangueiras perfuradas as quais apresentaram peso médio na ordem de 53,86 e 27,78% maior que os observados nos sistemas que utilizam o microaspersão artesanal e superfície com superfície revestida, respectivamente.

Tabela 5.8 Médias dos parâmetros de produção de alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando-se captação de água da chuva

Sistema	Matéria fresca da parte aérea	Matéria seca da parte aérea
	(g planta ⁻¹)	
Microtubos artesanais	37,20a	3,43ab
Mangueiras perfuradas	80,63b	8,50b
Superfície com canais revestidos	58,23ab	6,16ab

* Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p = 0,05$). Fonte: Silva et al. (2011)

5.6 EXPERIÊNCIA DE CAMPO SOBRE USO DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO

Os sistemas avaliados tiveram comportamento diferenciado nos vários assentamentos. Os sistemas de bacias abastecidas por canais revestidos foram os de maior aceitação pelos produtores, devido à facilidade de manuseio e pela aparência da irrigação onde a água é vista em quantidade tanto nos canais como nas bacias. A irrigação é rápida (alta vazão), não tomando tempo do irrigante, o que é um ponto significativo e o desenvolvimento da cultura é diferenciado, isto é, as touceiras ficaram com crescimento destacado. O sistema bubbler também foi de muito boa aceitação pelos produtores, por razões semelhantes às do sistema anterior, isto é, irrigação rápida (vazão elevada em cada planta); é possível ver a água saindo da mangueira em quantidade razoável. No caso da microaspersão com emissores artesanais, a viabilidade de uso requer água de boa qualidade e pureza; do contrário, pode-se ter entupimentos passíveis, porém, de serem consertados mas que, apesar disto, demandam tempo e trabalho muitas vezes não condizente com a disponibilidade do irrigante. Nos dois assentamentos avaliados esses emissores foram substituídos por conectores, transformando-se em xique-xique, no final do primeiro ciclo.

O sistema xique-xique modificado com inserção dos conectores de diâmetro interno de 4 mm, também foi de aceitação razoável pelos produtores, sobretudo por não apresentarem entupimentos e exigirem menos tempo de irrigação, comparado ao gotejamento. O gotejamento, por sua vez, apresentou na forma artesanal, em ambos os assentamentos, problemas de entupimento, não havendo insistência no trabalho de desentupimento, tendo sido prejudicados, assim, o crescimento, a frutificação e a produtividade, como ocorreu na microaspersão. No final do ciclo foi substituído pelo xique-xique modificado e pelo gotejamento comercial, de baixo valor. No caso, foram usados gotejadores do tipo de vazão regulável que também, apesar de não serem difíceis de desentupir, apresentaram elevado índice de entupimento e, portanto, de baixa aceitação, razão por que, no final, foram substituídos pelo xique-xique modificado.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes opções de sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar estão disponíveis e avaliadas. Os dispositivos e sistemas de irrigação que atendem a essa condição, entretanto podem ou não apresentar indicadores técnicos de precisão comparável ao caso de dispositivos e sistemas industriais, isto é, alguns sistemas podem operar com menor uniformidade de distribuição de água e com variações de pressão e vazão acima do recomendado. Entretanto com manejo ajustado consegue-se uma uniformidade de distribuição de água no solo adequada com produtividades compatíveis. Sistemas com emissores de água de maior vazão são os mais desejáveis pelos pequenos agricultores. É necessário à capacitação dos agricultores para uso desses sistemas, com noções principalmente de eficiência de irrigação e de uso de água, dado que os agricultores tendem a irrigar em excesso, o que pode resultar em excessivas perdas, principalmente por percolação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- Conceição, B.; Coelho, E. F.; Silva, T. S. M.; Silva, A. J. P. Produtividade da bananeira prata anã sob diferentes sistemas de irrigação em condições de agricultura familiar no semi arido. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 11, 2011, Cuiabá. Geração de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento do cerrado brasileiro, 2011. Cuiabá: UFMT. CD Rom
- FAO/INCR - Food and Agriculture Organization/Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável. Resumo do Relatório Final do Projeto UTF/BRA, março de 1995.
- Geograf-AR. A geografia dos assentamentos na área rural. Banco de dados. Grupo de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Geografia > I GEO/UFBA/CNPq. Salvador - BA. 2006. <http://www.geografar.ufba.br>. 02 Mar. 2012.

- Keller, J.; Bliesner, R. D. Sprinkler and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.
- Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C. Irrigação. In: Silva, J. B. C.; Giordano, L. B. (ed.) Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. p.60-71.
- Silva, A. J. P.; Silva, V. P.; Sá, T.; Coelho, E. F.; Carvalho, A. J. A. Crescimento e produtividade de alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando captação de água da chuva. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 11. 2011. Petrolina: ABID. 2011. CD Rom
- Souza, I. H.; Andrade, E. A.; Costa, E. M.; Silva, E. L. Avaliação de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software BUBBLER. Revista Engenharia Agrícola, v.25, p.264-271, 2005.

Capítulo 6

Alternativas para uso racional da água em perímetros irrigados por superfície

Raimundo N. T. Costa¹, Danielle F. de Araújo¹,
Haroldo F. de Araújo¹ & Olavo da C. Moreira¹

¹ Universidade Federal do Ceará

- 6.1 Introdução
- 6.2 Estudos de caso
 - 6.2.1 Resposta do mamoeiro irrigado por sulcos com diferentes tempos de oportunidade
 - 6.2.2 Indicadores técnicos do maracujazeiro irrigado com água de poço tubular em diversas combinações de horários
 - 6.2.3 Resposta da abóbora aos fatores de produção água e nitrogênio com reúso de água da irrigação por sulcos em sistema de irrigação localizada
- 6.3 Considerações finais
- 6.4 Agradecimentos
- Referências bibliográficas

Recursos hídricos em regiões semiáridas:
Estudos e aplicações
ISBN 978-85-64265-03-5



INSA
Instituto Nacional do Semiárido
Campina Grande - PB



UFRB
Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas - BA