

## SUMÁRIO EXECUTIVO

# APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO BAIANO

SECRETARIA DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DA INFORMAÇÃO  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME

## APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO BAIANO

VIANNA RPT, HROMI-FIEDLER A, SEGALL-CORREA AM, PÉREZ-ESCAMILLA R. Household food insecurity in small municipalities in Northeastern Brazil: a validation study. *Food Security*. Springer Netherland. 4(1), 1-9. 2012. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1007/s12571-012-0181-4>.

YUYAMA LKO, AGUIAR JPL, PANTOJA L, MAEDA RN, MELO T, ALENCAR FH, NASCIMENTO AMM, NEGREIROS NMA, SEGALL CORRÊA AM, PÉREZ-ESCAMILLA R. Segurança/insegurança alimentar em famílias urbanas e rurais no estado do Amazonas: I. validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação. *Acta amaz*; 37(2): 247-252. 2007.

## RESUMO

Sabendo-se que a irregularidade da chuva é o fator mais limitante a produção agrícola no semiárido nordestino, técnicas de captação de água da chuva associadas a sistemas de irrigação de baixo custo podem representar uma alternativa para contornar as dificuldades que atualmente se deparam o pequeno agricultor desta região. O sucesso da associação destas duas técnicas dependerá do desenvolvimento de alternativas para fazer com que o uso da água captada seja realizado de modo eficiente. O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de pesquisa financiado pelo Edital MCT/MDS-SAGI/CNPq nº 36/2010, executado em dois assentamentos rurais nos municípios de Senhor do Bonfim e Cansanção, ambos localizados no estado da Bahia. Os objetivos específicos foram: (i) instalar e conduzir duas unidades experimentais de técnicas de captação de água de chuva para irrigação de culturas de subsistências acessíveis ao agricultor de base familiar; (ii) avaliar sistemas de irrigação de baixo custo em termos de eficiência do uso da água captada e produtividade das culturas de subsistência; (iii) avaliar junto a comunidades de produtores dos assentamentos a aceitação ou não das técnicas de captação e sistemas de irrigação de baixo custo propostos. Verificou-se que o uso da técnica de captação de água de chuva junto a sistemas de irrigação de baixo custo possibilitou o cultivo de alface em épocas de estiagem nas condições semiáridas baianas. O sistema de irrigação via mangueiras plásticas perfuradas tipo tripa proporcionou condições para se obter o maior rendimento de alface, a melhor eficiência do uso da água e foi o sistema preferido pelos agricultores de assentamento rural.

**PALAVRAS CHAVE:** ASSENTAMENTO RURAL, SISTEMAS ALTERNATIVOS DE IRRIGAÇÃO , CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

## INTRODUÇÃO

A utilização de técnicas de captação de água de chuva para uso agrícola pode representar uma alternativa viável para produção agrícola familiar do semiárido, desde que a água captada seja utilizada de forma racional. No semiárido brasileiro já se verifica a existência de tecnologias que possibilitam, com sucesso, a captação e o armazenamento de água da chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, cada uma com suas particularidades e adaptações feitas pelos próprios agricultores da região (Gheyi et al., 2012). Segundo Gnadlinger (2011), tecnologias como cisternas de produção, barragens subterrâneas e sulcos para o armazenamento de água de chuva in situ, são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para superar períodos secos e produzir alimentos. Essas técnicas promovem o equilíbrio ecológico, a preservação e recuperação do solo e da caatinga, sendo instrumentos importantes no combate à desertificação, assim como o aumento da produtividade agrícola de sequeiro e da oferta de água, com notáveis impactos sociais positivos (ARAÚJO, 2006).

A integração de algumas técnicas de captação de água da chuva, tais como as cisternas associadas aos calçadões, telhados e superfícies plásticas de captação a sistemas de irrigação de baixo custo pode vir a diminuir os efeitos causados pela irregularidade das chuvas, aumentando a produção agrícola e diminuindo os riscos de produção familiar em períodos de estiagem. Estudos realizados no Brasil revelam que as tecnologias de captação de água de chuva promovem o aumento da produtividade das culturas (Melo et al. 2009, Brito et al. 2010, Brito et al. 2012). Não obstante, a água armazenada deve ser utilizada nos sistemas de irrigação de forma cautelosa, procedendo-se a correta escolha e manejo do método de irrigação, fazendo com que o volume de água captado da chuva seja suficiente para suprir a necessidade de água do cultivo sem desperdício.

Várias recomendações de sistemas de irrigação de baixo custo para pequena agricultura estão disponíveis, dentre essas podem ser citadas a irrigação por mangueiras perfuradas tipo tripa, a irrigação por microaspersão artesanal e a irrigação por canais de superfície revestida. A irrigação por mangueiras perfuradas tipo tripa apresenta como principal característica a utilização de um material de polietileno de baixa densidade (a água é aplicada por meio de microfuros dispostos ao longo da tubulação), trabalha a baixas pressões de serviço (2 a 8 metros de coluna de água, m.c.a) e apresenta uma boa relação custo/benefício para qualquer área, sendo de fácil implantação e manutenção (Marinho, 1999). A microaspersão artesanal pode ser constituída a partir de segmentos de microtubos de polietileno de 4 mm de diâmetro interno e 0,08m de comprimento, em que se solda uma das pontas do segmento e são feitos dois cortes horizontais em lados opostos ou perfurações para emissão de água. O segmento é encaixado em um conector formando o microaspersor, o qual é inserido na linha lateral rabicho do microaspersor convencional juntamente com o seu conector inserido na mangueira da linha lateral, sendo caracterizado pela fácil instalação e baixo custo, quando comparado com outros tipos de emissores. Para Bernardo et al. (2006) a irrigação por canais de terra revestidos por lonas plásticas agropecuárias apresenta como principal característica a distribuição de água na superfície do solo utilizando a energia da gravidade.

Atualmente, há condição de se usar racionalmente a água captada da chuva por meio dos sistemas de irrigação de baixo custo em nível de agricultura familiar, para tanto, deve-se conhecer a eficiência do uso da água destes sistemas e sua

aceitação ou não por parte dos agricultores de base familiar. A validação destes métodos deve ser feita de forma participativa, em interação com os usuários.

Neste sentido, para avaliar os sistemas de irrigação de baixo custo para a agricultura familiar, necessário se faz determinar os diversos parâmetros de desempenho como vazão, tempo de irrigação e uniformidade de aplicação da água, mas também, validar esses sistemas de forma participativa. Essas avaliações, no contexto da agricultura familiar, especialmente, em assentamento de reforma agrária, devem ser realizadas associadas aos métodos participativos, que são parte intrínsecas de qualquer trabalho de pesquisa ou extensão envolvendo tal segmento por dois motivos básicos: exigência dos sujeitos (assentados) e efetividade da ação, uma vez que ao lidar com as tecnologias entra-se num processo dialógico, de interação de saberes entre saber científico, presente na prática dos técnicos/pesquisadores/extensionistas e do saber do camponês, oriundo de sua prática cotidiana.

Com a avaliação dos sistemas de irrigação tem-se o conhecimento da qualidade com que a irrigação está sendo realizada, a partir de uma gama de coeficientes de uniformidade de aplicação de água, os quais expressam a variabilidade de distribuição aplicada pelo sistema de irrigação. O primeiro coeficiente foi proposto por Christiansen (1942), com base na adoção do desvio médio absoluto como medida de dispersão (CUC). Outra medida de uniformidade é o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), proposto por Criddle et al. (1956), que considera a razão entre a média do menor quartil e a lâmina média coletada.

## OBJETIVOS

---

- (1) INSTALAR E CONDUZIR DUAS UNIDADES EXPERIMENTAIS DE TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO PARA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS DE SUBSISTÊNCIAS ACESSÍVEIS AO AGRICULTOR DE BASE FAMILIAR;
- (2) AVALIAR SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO EM TERMOS DE EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA CAPTADA E PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS DE SUBSISTÊNCIA;
- (3) AVALIAR JUNTO A COMUNIDADES DE PRODUTORES DE DOIS ASSENTAMENTOS A ACEITAÇÃO OU NÃO DAS técnicas de captação e sistemas de irrigação de baixo custo propostos.

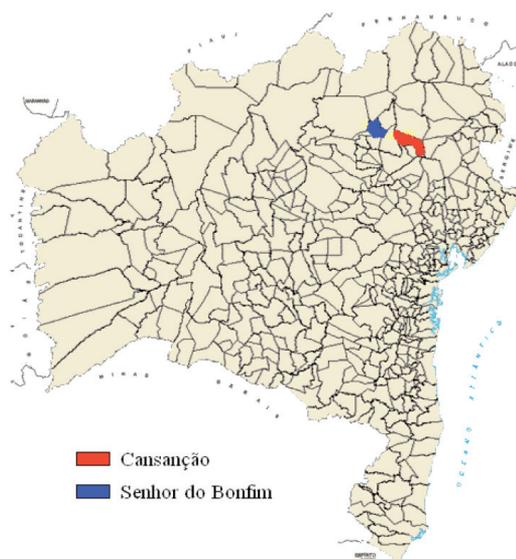
## MATERIAL E MÉTODOS

---

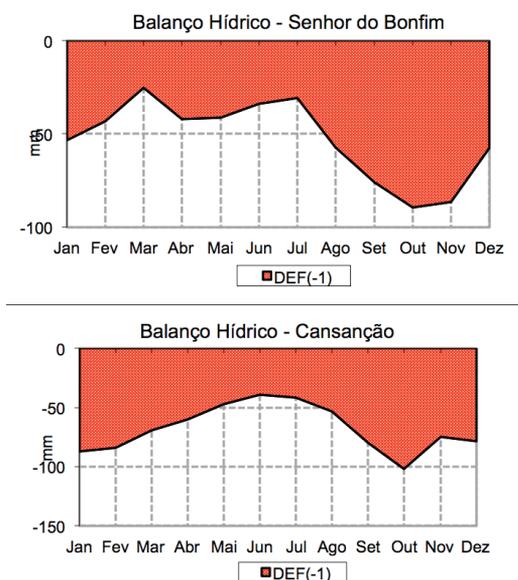
O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de pesquisa financiado pelo Edital MCT/MDS-SAGI/CNPq nº 36/2010, executado em dois assentamentos rurais nos municípios de Senhor do Bonfim e Cansanção, ambos localizados no estado da Bahia (Figura 1). O clima da região é semiárido, com valores de precipitação média anual de 574,8mm e 485,7mm, respectivamente, nos municípios de Senhor do Bonfim e de Cansanção. Em ambos os municípios o déficit hídrico é elevado durante todo o ano, sendo mais intenso nos meses de setembro a janeiro, conforme se pode observar na Figura 2.

Apesar da proximidade geográfica, esses municípios se enquadram em territórios de identidade distintos, ficando Senhor do Bonfim lotado no Território de Identidade do Piemonte Norte do Itapicurú, enquanto Cansanção encontra-se enquadrado no Território de Identidade do Sisal.

**Figura 1. Localização geográfica no estado da Bahia dos municípios de Senhor do Bonfim e Cansanção.**



**Figura 2. Balanço hídrico normal por Thornthwaite&Mather (1955), para uma série histórica de (1960 a 1983), para os municípios de Senhor do Bonfim e Cansanção. Fonte: Rolim et al. (1998)**



O presente projeto foi executado no ano de 2011, sendo que no primeiro momento aplicou-se um DRP – Diagnóstico Rural Participativo<sup>1</sup> nos dois assentamentos com o intuito de conhecer os assentamentos, os assentados e suas relações socioambientais, culturais e econômicas, de modo a fluir o diálogo por meio de uma linguagem interativa entre assentados e pesquisadores.

Parte da metodologia do trabalho foi desenvolvida no assentamento Serra Verde, em Senhor do Bonfim, onde se fez uso de um telhado de amianto com 185 m<sup>2</sup> já existente no local. Instalou-se uma calha no beiral do telhado para condução da água de chuva a duas cisternas de placas interligadas, cada uma com volume de 16.000 litros. Instalou-se ainda, com fins demonstrativos, uma estrutura de captação de água de chuva composto por uma lona plástica retangular, que teve sua fixação e sustentação em uma trama adaptada com arame, sendo sua estrutura de apoio formada por estacas que serviram como pontaletes e formaram os beirais. O fluxo da água foi formado no sentido dos beirais para a extremidade da área de captação em uma calha pela qual foi direcionada para as cisternas.

No assentamento Alto Bonito, localizado no município de Cansanção-BA, o dimensionamento da área de captação foi feito a partir da razão entre o volume máximo de água necessário a armazenar (m<sup>3</sup>) e o produto da Precipitação e Coeficiente de Escoamento Superficial da Lona de Polietileno. Essa área consiste de uma micro-bacia hidrográfica artificial, formada por uma lona plástica retangular, que teve sua fixação e sustentação em uma trama adaptada com arame, sendo sua estrutura de apoio formada por estacas que serviram como pontaletes e formaram os beirais. O fluxo da água foi dirigido no sentido dos beirais para o centro da área de captação em uma calha pela qual foi direcionado para cisterna com volume de 28 m<sup>3</sup>, que foi escavada até meia altura e construída em local que permite a condução da água até a área irrigada por gravidade. A água captada na unidade experimental Serra Verde foi utilizada para fins de produção de hortaliças de ciclo curto. Foi feita uma avaliação de alguns sistemas de irrigação de baixo custo com uso da água captada de chuva em uma unidade demonstrativa, que também funcionou como área experimental em que foram instalados quatro tratamentos, com seis repetições cada. Um tratamento testemunha foi implantado (tratamento 1), no qual as parcelas foram irrigadas com uso de regador de 8 litros, na quantidade de um regador por dia durante todo ciclo da cultura. Os sistemas de irrigação de baixo custo utilizados foram:

- IRRIGAÇÃO POR MANGUEIRAS PERFURADAS TIPO TRIPA, TRATAMENTO 2;
- IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO ARTESANAL, TRATAMENTO 3; E
- IRRIGAÇÃO POR CANAIS DE SUPERFÍCIE REVESTIDA, TRATAMENTO 4.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, sendo as parcelas constituídas de canteiros ou leiras com dimensões de 4,0 x 0,8 m, as quais foram espaçadas entre si por 0,5m entre repetições e 2,0 m entre tratamentos. Plantou-

1 DEFINIDO POR CHAMBERS (1994) COMO "UMA FAMÍLIA CRESCENTE DE ENFOQUES E MÉTODOS DIRIGIDOS A PERMITIR QUE A POPULAÇÃO LOCAL COMPARTILHE, AUMENTE E ANALISE SEUS CONHECIMENTOS SOBRE A REALIDADE, COM O OBJETIVO DE PLANEJAR AÇÕES E ATUAR NESTA REALIDADE

-se alface (*Lactuca sativa L.*) cultivar Grand Rapids TBR em uma sementeira próxima da área experimental, sendo que a semeadura ocorreu no dia 02 de junho de 2011. As sementes foram distribuídas nos canteiros em pequenos sulcos com 0,01 m de profundidade e espaçadas entre si por 0,1 m. A sementeira foi irrigada diariamente com água armazenada nas cisternas, sendo realizadas duas irrigações por dia até o transplântio. As parcelas foram adubadas com 20L de esterco de aviário bem curtido. A germinação ocorreu por volta do 6º dia após o plantio (DAP) e o transplântio foi realizado sete dias após a germinação (13º DAP). As plantas foram transplantadas para os canteiros que foram construídos com dimensões de 0,8x4,0m e área equivalente a 3,2m<sup>2</sup>, sendo as plantas dispostas no espaçamento 0,3m x 0,3m totalizando 26 plantas por canteiro ou parcela.

O volume de água aplicado foi o mesmo para os três sistemas avaliados, sendo a necessidade hídrica da cultura determinada com dados obtidos da estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) instalada no Instituto Federal Baiano, Campus Senhor do Bonfim. De posse dos dados, utilizou-se da metodologia proposta por Allen *et al.* (1998) para o cálculo da Evapotranspiração de Referência mediante o uso da equação de Penman-Monteith.

Os parâmetros biométricos da alface avaliados foram: altura das plantas, medida do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas; diâmetro de plantas, medindo-se a distância das margens opostas do disco foliar; número de folhas por planta, desprezando-se as folhas amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; produtividade, avaliada pelo peso da massa fresca da parte aérea de todas as plantas da parcela útil; e massa seca da parte aérea, determinada com base na média obtida de três amostras de plantas (seca em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir peso constante). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, complementada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, sendo que para as variáveis de crescimento foram analisadas as médias obtidas nos tratamentos para os diferentes DAP.

Foi realizado o monitoramento da umidade do solo utilizando Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR). Para isso, foram marcados vários pontos de um plano horizontal nos canteiros, formando uma malha de 0,50 m x 0,50 m, nos quais inseriu-se verticalmente a guia de onda de TDR, com hastes de 0,10m de comprimento, obtendo-se a distribuição de umidade após a irrigação em todo o plano. A umidade foi obtida utilizando-se da equação proposta por Ledieu *et al.*, (1986). Com os dados de distribuição de umidade do solo após a irrigação, foram determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de uniformidade de distribuição (CUD). Determinou-se a eficiência do uso da água (g.L<sup>-1</sup>) em função dos três sistemas de irrigação de baixo custo pela relação entre o peso fresco da parte aérea da alface (g. m<sup>-2</sup>) e a lamina de água aplicada no ciclo da cultura (mm).

Houve a participação dos assentados na concepção do projeto e nas atividades de preparo da terra, construção das cisternas e condução do plantio e irrigação.

No assentamento Serra Verde, na proximidade da primeira colheita do alface, realizou-se um dia de campo no dia 20 de julho de 2011. O público do dia de campo (71 pessoas) respondeu a um questionário aplicado com objetivo de avaliar os sistemas de irrigação e as técnicas de captação de água da chuva, bem como confrontar os dados obtidos e sistematizados pela pesquisa com as impressões dos participantes. Utilizou-se do teste Qui-Quadrado, com um grau de confiança de 95%, para verificar se houve adequação de ajustamento entre as frequências observadas e as frequências esperadas nas respostas dos questionários.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta os valores de chuva ocorrido no período de desenvolvimento do trabalho. A precipitação ocorrida entre o plantio e a colheita da alface foi de apenas 33,64% da necessidade hídrica da cultura calculada para o período. Até as duas primeiras semanas após o transplântio a lamina precipitada foi superior a necessidade de irrigação da cultura, porém a partir da metade da segunda semana a necessidade de irrigação foi evidente para a alface. Para todo o ciclo da cultura o requerimento de água pela cultura estimado foi de 147,4mm. Entretanto, a chuva ocorrida neste mesmo período foi de 49,6mm. A precipitação ocorrida no período de acúmulo das águas nos meses de abril e maio foi de 236mm. Com isto, levando-se em conta a área do telhado utilizado (184 m<sup>2</sup>), percebe-se que a chuva deste período foi suficiente para superar o volume de armazenamento das duas cisternas (32m<sup>3</sup>), sendo que a quantidade de água armazenada nestes meses supriu a necessidade da irrigação suplementar para o cultivo de alface nos meses de junho e julho, elucidando que o uso da técnica de captação de água da chuva com uso de cisternas associada a sistemas de irrigação de baixo custo possibilita o cultivo de culturas de ciclo curto em épocas de estiagem nas condições semi-áridas baianas.

61

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO BAIANO

**Figura 3. Precipitação ocorrida no período de desenvolvimento do trabalho. Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 tem-se uma vista geral da área experimental/demonstrativa do assentamento Serra Verde em produção, bem como as imagens dos sistemas de irrigação de baixo custo montados.**



**Figura 4. Vista da Área experimental. Projeto: "Técnicas de captação de água da chuva e sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar do semiárido baiano". Financiamento: Edital MCT/MDS-SAGI/CNPq nº 36/2010. Senhor do Bonfim-BA.**



FOTO: ALISSON J. P. DA SILVA. DATA: JULHO DE 2011.

**Figura 5. Irrigação via Microaspersão Artesanal, assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim-BA.**



FOTO: ALISSON J. P. DA SILVA. DATA: JUNHO DE 2011.

**Figura 6. Irrigação via mangueiras perfuradas tipo “tripa”,  
assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim-BA.**



FOTO: ALISSON J. P. DA SILVA. DATA: JULHO DE 2011.

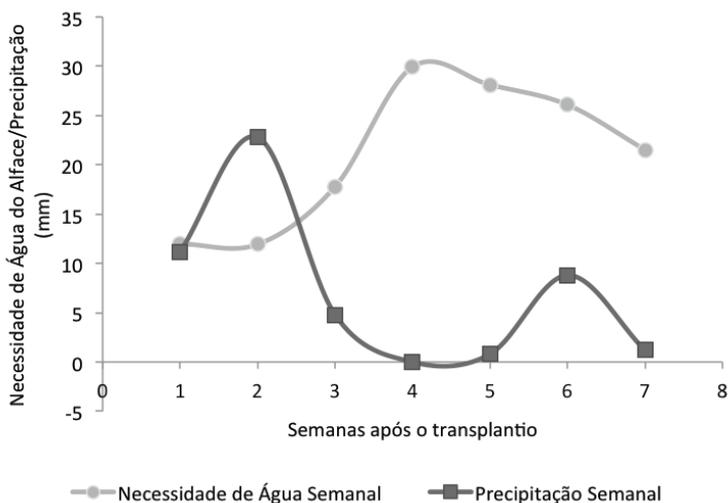
**Figura 7. Irrigação via sulco com canal de superfície revestida,  
assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim-BA.**



FOTO: ALISSON J. P. DA SILVA. DATA: JUNHO DE 2011.

O resultado do DRP indicou a necessidade de um trabalho com manejo de água e irrigação. De acordo os resultados obtidos com as 18 famílias do assentamento, os assentados optaram pela irrigação de olerícolas, pois se tornaram olericultores no Serra Verde, sendo o carro-chefe da sua produção a cultura de alface irrigada manualmente com água de açude. Porém, um grupo de quatro famílias que vivem mais distante do açude demonstraram interesse de acompanhar a pesquisa sobre irrigação com água captada das chuvas para irrigação da alface, procedendo-se assim, a instalação da unidade experimental e demonstrativa próximo a casa das quatro famílias. A precipitação ocorrida entre o plantio e a colheita da alface foi de apenas 33,64% da necessidade hídrica da cultura calculada para o período. Conforme se observar na Figura 8, até as duas primeiras semanas após o transplantio a lâmina precipitada foi superior à necessidade de irrigação da cultura, porém a partir da metade da segunda semana a necessidade de irrigação foi evidente para a alface. Para todo o ciclo da cultura o requerimento de água pela cultura foi de 147,4mm. Entretanto, a chuva ocorrida neste mesmo período foi de 49,6mm. A precipitação ocorrida no período de acúmulo das águas nos meses de abril e maio foi de 236mm. Com isto, levando-se em conta a área do telhado utilizado (185 m<sup>2</sup>), percebe-se que a chuva desse período foi suficiente para superar o volume de armazenamento das duas cisternas (32m<sup>3</sup>), sendo que a quantidade de água armazenada nesses meses supriu a necessidade da irrigação suplementar para o cultivo de alface nos meses de junho e julho, elucidando que o uso da técnica de captação de água de chuva com uso de cisternas associada a sistemas de irrigação de baixo custo possibilita o cultivo de culturas de ciclo curto em épocas de estiagem nas condições semiáridas baianas.

**Figura 8. Valores semanais de precipitação e requerimento de água para cultivo de alface – assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim. Transplantio ocorreu em: 02 de junho de 2011.**



Na Tabela 1, encontra-se as médias dos valores de crescimento da cultura do alface cultivada sob irrigação com uso de água captada de chuva com utilização de diferentes sistemas de baixo custo no assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim,

Bahia. Em relação ao crescimento e desenvolvimento da alface sob os diferentes sistemas de irrigação de baixo custo, a análise de variância não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis altura de plantas, folhas por planta e diâmetro de plantas no 19º D.A.P. Não obstante, a partir dos 34º D.A.P verificou-se haver variações nos valores obtidos destes parâmetros em função dos diferentes sistemas de irrigação. Para a variável altura de plantas, observam-se valores superiores nas plantas irrigadas pelos sistemas que utilizam microaspersão artesanal e mangueiras perfuradas tipo tripa, comparadas às plantas submetidas ao sistema tradicional de cultivo dos assentados e à irrigação por sulco de canais revestidos. No que diz respeito ao número de folhas por planta, verificou-se variação nos valores obtidos apenas no período entre o 34º D.A.P e 40º D.A.P, não sendo observada para variação significativa ao final do ciclo. Valores muito próximos de diâmetro de plantas foram observados nos tratamentos 2, 3 e 4, os quais se apresentaram superiores aos medidos no sistema tradicional de cultivo dos assentados (Tabela 1).

**Tabela 1. Médias dos valores de crescimento de alface cultivada sob irrigação com uso de água captada de chuva com utilização de diferentes sistemas de baixo custo – assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim.**

D.A.P	ALTURA DE PLANTAS (CM)				FOLHAS POR PLANTA (NO)				DIÂMETRO DE PLANTAS (CM)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
19	2,25A	2,52A	2,33A	2,3A	2,27A	2,0A	2,11A	2,16A	5,6A	4,77A	5,06A	5,08A
34	3,88AB	4,8B	4,16AB	3,36A	4,38AB	4,83A	4,5A	3,72B	12,1A	14,84AB	15,38B	12,08A
40	4,2A	8,1C	7,6BC	6,5B	4,61A	5,21B	5,77B	5,26B	15,68A	18,2AB	21,33B	19,38AB
47	7,0A	10,45B	9,05AB	9,13B	5,88A	6,58A	6,94A	6,90A	20,37A	26,35B	26,34B	26,79B

\* MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, NAS LINHAS, DIFEREM SIGNIFICATIVAMENTE PELO TESTE TÚKEY (P=0,05). T1 – IRRIGAÇÃO DAS PARCELAS COM USO DE REGADOR; T2 - IRRIGAÇÃO POR MANGUEIRAS PERFURADAS TIPO TRIPA; T3 - IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO ARTESANAL, E, T4 - IRRIGAÇÃO POR CANAIS DE SUPERFÍCIE REVESTIDA. DATA: JUNHO A JULHO DE 2011.

Na Tabela 2, pode-se observar que a máxima produção de matéria fresca da parte aérea (g/planta) foi obtida no sistema com mangueiras perfuradas tipo tripa, cujas plantas apresentaram pesos médios na ordem de 78,54%, 53,86% e 27,78% maiores que os observados nos sistemas que utilizam o cultivo tradicional dos assentados, microaspersão artesanal e sulcos com superfície revestida, respectivamente. As produtividades obtidas nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram respectivamente 4.325 Kg/ha, 9.300 Kg/ha, 20.150 Kg/ha e 14.557,5 kg/ha, compatíveis com aquelas mencionadas em estudos utilizando-se de produção tipo orgânica (FRITZ & VENTER, 1988; SANTOS et al., 1994; PORTO et al., 1999).

**Tabela 2. Médias dos parâmetros de produção de alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando captação de água de chuva.**

TRATAMENTO	MATÉRIA FRESCA DA PARTE AÉREA (G/PLANTA)	MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (G/PLANTA)
1	17,30A	1,6A
2	37,20A	3,43AB
3	80,63B	8,5B
4	58,23AB	6,16AB

\* MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, NAS COLUNAS, DIFEREM SIGNIFICATIVAMENTE PELO TESTE TÚKEY (P=0,05).

De acordo com as equações 2 e 3, foram calculados os coeficientes CUC e CUD para distribuição da água no interior do solo (Tabela 3), os quais foram próximos para os diferentes sistemas. Portanto, apesar dos três sistemas apresentarem formas de distribuições superficiais de água distintas, verifica-se que após a irrigação, com a movimentação de água por meio dos poros do solo de um local de maior potencial para um de menor potencial, pode haver semelhança nos valores de uniformidade no interior do solo após haver a redistribuição de água no interior do mesmo. Essa semelhança também foi observada por Paiva (1980), Resende (1992) e Vanzela et al. (2002).

Observou-se que o coeficiente CUD foi menor que o coeficiente CUC, o que é esperado pois o primeiro considera a média dos 25% menores valores de umidade obtidos e o de Christiansen pondera a média das umidades obtidas em todo o canteiro. Zocoler (1999) recomenda valores entre 70 a 80% e 82 a 88% para CUD e CUC, respectivamente, para as culturas cujo sistema radicular explora os primeiros 40 cm do solo.

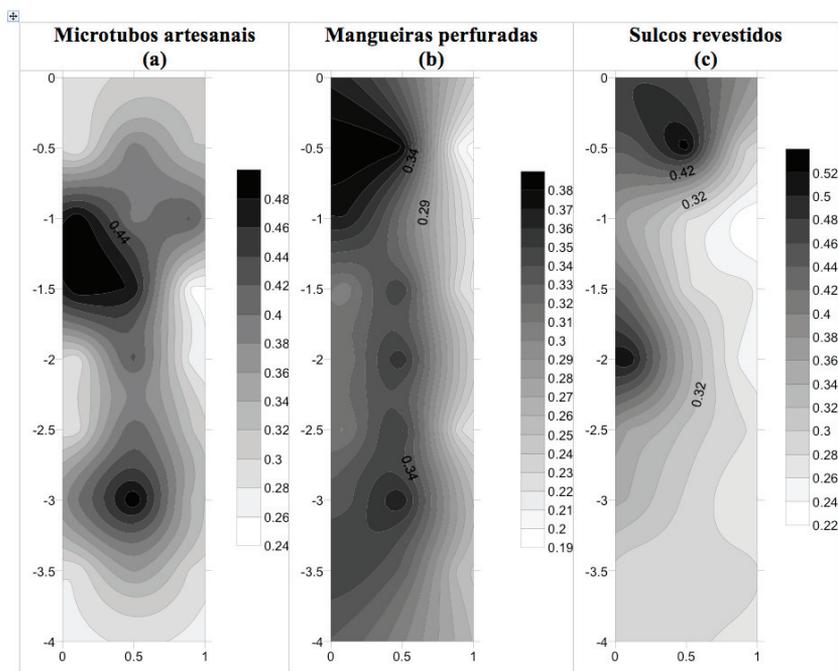
**Tabela 3. Valores dos coeficientes de uniformidade CUC e CUD obtidos no interior do solo**

Sistema	CUC (%)	CUD (%)
Microaspersão Artesanal	80,69	75,15
Mangueiras perfuradas	84,91	77,37
Sulco revestido	80,67	74,04

As distribuições de umidade no interior dos canteiros, determinada com uso da TDR após a irrigação via os sistemas de microaspersão artesanal, mangueiras plásticas perfuradas e sulcos de superfície revestida, encontram-se ilustradas nas Figuras 9a, 9b e 9c. Observa-se que a distribuição de umidade no interior do solo proporcionada pelo sistema de irrigação com mangueiras perfuradas tipo tripa apresenta-se em valores mais semelhantes por todo o canteiro (Figura 9b), o que corrobora com o coeficiente de uniformidade obtido nesse sistema, que foi, em termos absolutos, maior que os demais. Para o sistema de irrigação via sulco com superfície revestida são verificados valores mais elevados de umidade no início do canal de distribuição, sendo que os valores diminuem gradativamente ao longo dos canteiros em direção ao final do canal. Nos canteiros irrigados por microaspersão artesanal, tem-se a formação de bulbos horizontais no centro dos canteiros. As distribuições de umidade no solo, bem como a uniformidade de distribuição,

estão bem relacionadas ao desenvolvimento da alface, pois a máxima produção de matéria fresca da parte aérea foi obtida nas plantas irrigadas pelas mangueiras perfuradas tipo tripa, sistema onde foram obtidos os maiores valores dos coeficientes de uniformidade de Distribuição e de Christiansen.

**Figura 9. Distribuição de umidade no solo após irrigação da alface por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo.**



A Tabela 4 apresenta os valores de eficiência de uso da água tomada como a razão entre a produtividade da alface e a lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura. Com uma lâmina total aplicada durante todo ciclo da alface de 147,41mm em todos os sistemas de irrigação, verifica-se que na parcela sob irrigação via mangueiras perfurada tipo tripa obteve-se uma maior relação entre massa fresca de alface obtida por unidade de água aplicada. Esse fato está relacionado à melhor distribuição de água no solo desse sistema, como já discutido quando foram apresentados os valores de CUC e CUD obtidos no interior do solo.

**Tabela 4. Eficiência de uso da água (E.U.A) de chuva na irrigação de alface por sistemas de irrigação de baixo custo – assentamento Serra Verde, Senhor do Bonfim.**

SISTEMA	LÂMINA APLICADA (MM)	PRODUTIVIDADE (G.M <sup>-2</sup> )	E.U.A (G.L <sup>-1</sup> )
MICROASPERSÃO ARTESANAL	147,41	413,33	2,80
MANGUEIRAS PERFURADAS	147,41	895,88	6,07
SULCOS COM CANAIS DE SUPERFÍCIE REVESTIDA	147,41	647,00	4,38

Uma vez que as atividades desta pesquisa foram realizadas de modo interativo com os assentados, verificou-se que mesmo partindo de maneiras diferentes de perceber a realidade, houve confluência das conclusões acerca do melhor sistema de irrigação. Ou seja, a pesquisa apontou os mesmos sistemas indicados pelos assentados quanto à eficiência no uso da água, sendo algo extremamente salutar em relação à vida no semiárido. Ademais, como contribuição adicional, a realização de dias de campo permitiu a difusão das tecnologias propostas para filhos de agricultores de comunidades vizinhas e os dados técnicos apreendidos pelos assentados podem orientar técnicos/extensionistas e os próprios assentados acerca de sistemas eficientes de uso da água para os projetos de irrigação para olerícolas que vinham a ser propostos/implementados no assentamento Serra Verde, tendo em vista a economia de uso da água e custo monetário do sistema de irrigação, conforme condições de solo e clima do local. Segundo dados obtidos na aplicação dos questionários, verificou-se que 100% dos assentados optaram pelo sistema de mangueiras perfuradas associado a captação em telhado como o melhor. Não havendo assim, evidência suficiente para se aceitar a hipótese de igualdade na preferência pelos sistemas propostos. Não obstante, 98,24% dos entrevistados acham viável a utilização da superfície plástica para captação de água em áreas que não há telhado disponível para tal fim.

Quanto a captação de água de chuva com superfícies plásticas associadas a cisternas de produção (Figura 10), proposta na unidade experimental montada no assentamento Alto Bonito, em Cansanção, mesmo não tendo ocorrido chuva no período do experimento, são indicadas algumas relações potenciais de vantagens/desvantagens dessa técnica em comparação aos barreiros, que é a tecnologia de captação mais utilizada na região, quais sejam: tem-se nas superfícies plásticas de captação de água da chuva uma alternativa para locais onde não se tem a ocorrência de fluxos naturais de água, contrariamente aos barreiros. Por não haver perdas por percolação e evaporação nas cisternas de produção, no sistema Superfície Plástica-Cisterna de Produção tem-se o controle do volume captado e aplicado ao plantio, o que facilita o planejamento do uso da água armazenada para fins de irrigação, além de poder-se captar água de precipitações de qualquer intensidade

## Figura 10. Visão da Unidade de Captação de Água de Chuva – Assentamento Alto Bonito.



FOTO: ALISSON J. P. DA SILVA

## CONCLUSÕES

O uso das técnicas de captação de água de chuva junto a sistemas de irrigação de baixo custo possibilitou o cultivo de alface em épocas de estiagem nas condições semiáridas baianas. Pode-se afirmar que em anos onde a ocorrência de precipitações segue a tendência média anual da região é viável associar as técnicas de captação de água da chuva a sistemas de irrigação de baixo custo para promover segurança de colheita de culturas de ciclo curto.

O sistema de irrigação via mangueiras plásticas perfuradas tipo tripa proporcionou condições para se obter o maior rendimento de alface, a melhor eficiência do uso da água além de ter sido o sistema preferido pelos agricultores de assentamento rural.

A distribuição de cisternas para produção agrícola deve ser acompanhada de orientações voltadas ao manejo da irrigação. Orientar os agricultores quanto ao uso de ferramentas que possibilitam irrigar os cultivos no momento e com o volume de água necessário é fator extremamente importante para obtenção de sucesso na associação das técnicas de captação de água da chuva aos sistemas de irrigação.

## REFERÊNCIAS

---

ALLEN, R. G. et al. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 300p. (Irrigation and Drainage, n.56).

ARAÚJO, J. de C. As barragens de contenção de sedimentos para conservação de solo e água no semi-árido. In: KÜSTER et al., Tecnologias apropriadas para terras secas. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2006.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 625p.

BRITO, L. T. de L. ; CAVALCANTI, N. de B. ; SILVA, A. de S. ; PEREIRA, L. A. . Produtividade de água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. Engenharia Agrícola (Impresso), v. 32, p. 102-109, 2012.

BRITO, L. T. L. ; CAVALCANTI, N. B. ; PEREIRA, L. A. ; SILVA, A. S. ; GNADLINGER, J. . Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças.. Embrapa Semi-árido Documentos, v. 230, p. 1-22, 2010.

CRIDDLE, W.D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHUCKELY, D.G. Methods for evaluation irrigation systems. Washington, USDA, 1956.24p. (Agricultural Handbook, 82).

CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by sprinkling. Berkley: University of California, 1942. 124p.

CHAMBERS, R. Challenging the professions: frontiers for rural development. London:Intermediate Technology Publications, 1994.

FRITZ, D. & VENTER, F. (1988).Heavy metals in some vegetable crops as influenced by municipal waste composts.Acta Horticulturae, Leuven, 222:51-62.

GHEYI, H. R.; PAZ V. P.S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O.; Recursos Hídricos em regiões semiáridas. 1ed. Cruz das Almas, BA. Editora UFRB. 2012. 258p.

GNADLINGER, J. Captação de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In: Medeiros, Salomão de Sousa. II. GHEYI, et al., Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas.1. ed. Instituto Nacional do Semiárido. 2011p.325-360.

LEDIEU, J.; DE RIDDER, P.; DE CLERCK, P. & DAUTREBANDE, S. A method for measuring soil water moisture by time-domain reflectometry. *J. Hydrol.*, 88:319-328, 1986.

MARINHO, A. B., DANTAS NETO, J., AZEVEDO, H. M., AZEVEDO, C. A. V. Avaliação das características hidráulicas do tubo perfurado SANTAPE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 318-321, 1999. PAIVA, J. B. D. Uniformidade de aplicação de água, abaixo da superfície do solo, utilizando irrigação por aspersão. São Carlos, 1980. 333p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PORTO, V. C. et al. Fonte e doses de matéria orgânica na produção da alface. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 1/2, p. 7-11, 1999.

RESENDE, R. Desempenho de um sistema de irrigação Pivô Central quanto à uniformidade e eficiência de aplicação de água, abaixo e acima da superfície do solo. 1992. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 06, n. 01, p. 133-137, 1998.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D; CONDÉ, A. R. & MIRANDA, L. C. G. (1994). Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 12(1):31.

SOIL CONSERVATION SERVICE. *National Engineering Handbook*. Washington: Sprinkler Irrigation, 1968. Section 15, Chapter 11. 83 p.

VANZELA, L.S.; ZOCOLER J.L.; HERNANDEZ F.B.T.; uniformidade de distribuição da água acima e abaixo da superfície do solo em um sistema de irrigação por Aspersão convencional. *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*. Salvador-BA, 2002.

ZOCOLER, J.L. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação In: *Curso Capacitação em Agricultura Irrigada*, 1999, Ilha Solteira, Anais... Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1999, 55p.