



IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO
I. DESCRIÇÃO DO MÉTODO E TESTES PRELIMINARES

IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO

I. DESCRIÇÃO DO MÉTODO E TESTES PRELIMINARES

Aderaldo de Souza Silva, Eng^o Agr^o, M.Sc.
Arnóbio Anselmo de Magalhães, Eng^o Agr^o, M.Sc.
Ebis Dias Santos, Eng^o Agr^o, M.Sc.
Luiz Balbino Morgado, Eng^o Agr^o, M.Sc.

EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido

ISSN 0100-8951

Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)
Rua Presidente Dutra, 160
Caixa Postal, 23
Fone: (081) 961-0122*
Telex: (081) 1878
56.300 - Petrolina, PE

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE.

Irrigação por potes de barro I. Descrição do método e testes preliminares,
por Aderaldo de Souza Silva e outros. Petrolina, PE., 1982.

40p. ilust. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 10)

Colaboração de: Arnóbio Anselmo de Magalhães, Ebis Dias Santos, Luiz
Balbino Morgado.

Irrigação (Potes de barro) – Métodos. I. Silva, Aderaldo de Souza, colab.
II. Magalhães, Arnóbio Anselmo de, colab. III. Santos, Ebis Dias, colab. IV.
Morgado, Luiz Balbino, colab. V. Título. VI. Série.

CDD – 631.7

EMBRAPA

APRESENTAÇÃO

Na maioria das pequenas propriedades do Trópico Semi-Árido brasileiro, geralmente dotadas de escassas reservas hídricas, a exploração agrícola através do uso intensivo de irrigação é impraticável. Entretanto, em áreas resritas desses imóveis, existe a possibilidade de produzir-se parte dos alimentos destinados à subsistência das famílias rurais, desde que sejam empregados métodos não convencionais de irrigação que se caracterizem pelo baixo consumo de água.

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), com o objetivo de oferecer alternativas para racionalizar o uso dos recursos hídricos da região, vem testando e aperfeiçoando alguns desses métodos, inspirado em experiências similares desenvolvidas em outras regiões semi-áridas do mundo.

O método de irrigação que utiliza potes de barro, atualmente estudado pelo CPATSA, apresenta-se potencialmente viável para estabilizar a produção agrícola em pequenas áreas, principalmente com hortaliças, possibilitando cultivos sucessivos num mesmo ano, dependendo da disponibilidade de água na propriedade. É de baixo custo operacional e sua simplicidade permite o manejo através da própria mão-de-obra familiar.

No presente trabalho, os autores descrevem o método e apresentam os resultados dos testes preliminares, colocando importantes informações à disposição de instituições de pesquisa e ensino, pesquisadores, técnicos especializados, de instituições de planejamento e do Serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural.

RENIVAL ALVES DE SOUZA

Chefe do Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
RESUMO	7
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	9
MATERIAIS E MÉTODOS	12
DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO ..	12
Instalação do sistema de irrigação por potes de barro	12
Operação do sistema de irrigação por potes de barro	15
TESTES PRELIMINARES	15
Potes de barro abastecidos manualmente	15
Potes de barro interconectados funcionando pelo princípio dos vasos comunicantes	17
PLANTIO	17
ADUBAÇÃO	17
COLHEITA	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONCLUSÕES	34
AGRADECIMENTOS	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO	38

IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO
I. DESCRIÇÃO DO MÉTODO E TESTES PRELIMINARES¹

Aderaldo de Souza Silva
Arnóbio Anselmo de Magalhães²
Ebis Dias Santos³
Luiz Balbino Morgado⁴

RESUMO - Em face da necessidade de racionalização e melhor manejo de uso da água que, para a região semi-árida, é indubitavelmente o principal fator limitante para produção agrícola, estudou-se no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPATSA-EMBRAPA), a possibilidade do uso de potes de barro para fins de irrigação. Os estudos consistiram na instalação de potes de forma isolada (enchidos manualmente) e, numa outra alternativa, com os potes interconectados por meio de eletrotubos de 1/2" de diâmetro (princípio de vasos comunicantes), ligados diretamente a um depósito de água mantido a nível constante. Os resultados demonstraram a viabilidade de utilização tanto de forma isolada como interconectada, em áreas com recursos hídricos escassos. Como resultado, constatou-se que os potes confeccionados por ceramistas locais e utilizados nos ensaios preliminares, foram capazes de suprir o solo da unidade necessária ao desenvolvimento das plantas e apresentaram grande economicidade no uso da água. As produções obtidas para melancia (*Citrullus vulgaris* Schard), variedade Charlston Gray; melão (*Cucumis melo* L.), variedade Valenciano Amarelo e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), variedade Pitiúba, estimadas em toneladas/800 potes/hectare, foram de 45,6; 14,9 e 0,63, respectivamente. Os consumos de água pelas culturas, em termos de volume, para a mesma ordem acima citada, foram de 191, 187 e 149 m³, com liberação média de água de 3,5 ± 0,5 litros/pote/dia, em latossolo profundo. Comparativamente, para o cultivo da melancia, melão e caupi o sistema de irrigação por potes de barro utiliza 24,6; 22,4 e 24,2 vezes menos água, respectivamente, que o método de irrigação por sulcos (fechados e nivelados).

Termos para indexação: horta doméstica, método de irrigação, potes de barro, melancia, melão, caupi.

PITCHER FARMING
I. DESCRIPTION OF THE METHOD AND PRELIMINARY TRIALS

ABSTRACT - In the Brazilian semi-arid region, the main limiting factor for the agricultural production is water. Because of that, the Agricultural and Livestock Research Center for the Semi-Arid Tropic (CPATSA-EMBRAPA) has studied the possibility of the use of clay pitchers for irrigation. These studies consisted of the installation of isolated clay pitchers (filled manually) and interconnected pitchers by electrotubes of 1/2" diameter (principle of communicating vessels), directly connected to a water deposit, maintained at a constant level. The results showed the viability of pitcher utilization either as isolated or as interconnected in areas where water is limited. It was noted that the pitchers manufactured by local ceramists and used in the preliminary trials were able to supply the soil with the moisture necessary to the plant development, and showed a great economy of water. The yields obtained for watermelon (*Citrullus vulgaris* Schard), variety Charlston Gray; for melon (*Cucumis melo* L.), variety Valenciano Amarelo and for cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), variety Pitiúba, estimated in t/800 pitchers/ha, were 45.6, 14.9 and 0.63, respectively. The water consumption by the crops, in volume, for watermelon, melon and cowpea were 191, 187, and 149 m³, respectively, with medium water release of 3.5 ± 0.5 l/pitcher/day, in a deep latosol. For the cultures of watermelon, melon and cowpea, the pitcher irrigation system uses 24.6, 22.4 and 24.2 times less water, respectively, than the furrow irrigation method.

Index terms: irrigation, clay pitchers, watermelon, melon, cowpea.

¹ Contribuição do CPATSA-EMBRAPA. Trabalho apresentado na X Reunion de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas - ALCA, de 22 a 28 de abril de 1979. Acapulco, GRO, México.

² Engº Agrº, M.Sc., Pesquisador em Manejo de Solo e Água. CPATSA-EMBRAPA.

³ Engº Agrº, M.Sc., Gerente Estadual em Irrigação e Drenagem. EMATERPE-EMBRATER.

⁴ Engº Agrº, M.Sc., Pesquisador em Fertilidade de Solo. CPATSA-EMBRAPA.

IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO

I. DESCRIÇÃO DO MÉTODO E TESTES PRELIMINARES¹

Aderaldo de Souza Silva
Arnóbio Anselmo de Magalhães²
Ebis Dias Santos³
Luiz Balbino Morgado⁴

INTRODUÇÃO

Nas regiões semi-áridas do mundo, áreas consideráveis de terra não são integradas ao processo produtivo devido às limitações dos recursos edáficos e, principalmente, dos recursos hídricos, permanecendo sem exploração ou exploradas precariamente sem nenhuma base conservacionista de solo e água.

O Nordeste Semi-Árido brasileiro apresenta algumas características que lhe são peculiares, como: solos rasos e pedregosos com baixa capacidade de retenção de água, baixo teor de matéria orgânica, evaporação situando-se em torno de 2.000 mm/ano, alta potencialidade para erosão hídrica e temperaturas elevadas, com médias anuais, variando de 23 a 28°C.

Estas características edafo-climáticas, associadas à instabilidade climática, representada, principalmente, pela escassez e intermitência das chuvas, têm sido responsáveis pela incerteza das safras, Silva, Porto & Gomes (1981).

¹ Contribuição do CPATSA-EMBRAPA. Trabalho apresentado na X Reunion de la Asociacion Latinoamericana de Ciencias Agricolas - ALCA, de 22 a 28 de abril de 1979. Acapulco. GRO, México.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador em Manejo de Solo e Água. CPATSA-EMBRAPA.

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., Gerente Estadual em Irrigação e Drenagem. EMATERPE-EMBRATER.

⁴ Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador em Fertilidade de Solo. CPATSA-EMBRAPA.

Nesta região, também se observa que 84% dos imóveis rurais têm área inferior a 100 ha, EMBRAPA/CPATSA (1978).

A predominância de pequenos produtores rurais, associada a uma grande concentração de minifúndios, faz com que, em anos de seca, a economia da zona semi-árida seja drasticamente afetada e que os mais atingidos pelos seus efeitos sejam os pequenos produtores.

Face ao exposto, a fragilidade dos meios de resistência à seca, efetivamente disponíveis, constitui o fundamento básico para os estudos que o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) vem desenvolvendo. Com base em sugestões técnicas, consultorias e na literatura mundial sobre Trópicos Semi-Áridos, o Centro estruturou um programa em Manejo de Solo e Água, visando dotar as pequenas e médias propriedades rurais do Nordeste de infra-estrutura capaz de torná-las resistentes aos efeitos das estiagens prolongadas. As principais técnicas contempladas para as áreas com recursos hídricos escassos são:

1. sistemas de aproveitamento de água de chuva proveniente do escoamento superficial para o consumo humano (SAES-CH), através de cisternas; para consumo animal (SAES-CA), através de tanques e barreiros; para consumo vegetal (SAES-CV), através de barreiros para uso de "irrigações de salvação";
2. sistema de exploração agrícola de vazante de açudes, rios e lagos, através de sulcos e camalhões em nível;
3. sistemas de captação de água de chuva "in situ";
4. método não convencional de irrigação, usando potes de barro e cápsulas porosas.

O método de aplicação de água por meio de unidades porosas não é invenção de hoje. Basta dizer que os romanos já utilizavam tal sistema, há muitos séculos. Na atualidade, muitos pesquisadores que labutam em regiões extremamente secas, altamente subdesenvolvidas, encontram-se pesquisando antigos métodos de irrigação que primam, sobretudo, pelo baixo custo, alta eficiência de aplicação e pela

economicidade do uso da água de irrigação, a fim de que sejam incorporados a extensas áreas ainda não ligadas ao processo produtivo.

As primeiras experiências feitas por Mondal (1974 e 1978), utilizando potes de barro como método de irrigação, indicaram que plantas de abobrinha (*Curcubita* sp.) podem, efetivamente, crescer ao redor dos potes, em condições de solos normais, salinos e salino-sódicos, com uma pequena quantidade de água, correspondente a uma lâmina de 1,7 cm/ha/800 potes, durante um período de 70 dias.

Testes preliminares com pequenas unidades de barro, com dimensões aproximadas de 15 cm de altura por 8 cm de diâmetro, foram realizados pelo Instituto de Solos do Irã em 1977, utilizando tanto água normal como salina. Embora tenham alcançado bons resultados, aconselha-se a necessidade de alguns estudos complementares.

Experiências desenvolvidas no Alto Volta e Senegal demonstraram que pequenas hortas domésticas podem ser cultivadas, fazendo-se uso de potes de barro com capacidade para 15 litros, na base de oito unidades para uma superfície hortícola de 10 m², com um consumo estimativo de cerca de 300 litros de água durante um período de 100 dias de cultivo.

O método de irrigação por potes de barro que está sendo desenvolvido pelo CPATSA-EMBRAPA, consiste na interconexão de pequenos potes de barro por meio de eletrotubos, para cuja instalação, operação e manutenção do sistema, poderá ser empregada a mão-de-obra da própria família do pequeno agricultor, já que se trata de um sistema bastante simples.

A técnica de aplicação de água através de potes de barro constitui-se o principal objetivo deste trabalho. Ainda neste trabalho, são também apresentados alguns resultados preliminares de produção de melancia, melão e caupi, obtidos com o emprego do referido método.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de irrigação por potes de barro foi desenvolvido inicialmente no Campo Experimental de Bebedouro do CPATSA-EMBRAPA, em Petrolina, PE, de 27 de setembro de 1977 a 4 de outubro de 1978.

O solo da área experimental é um Oxissolo (Latosolo 37 BB) profundo, amarelo-avermelhado, com textura variando de arenosa na superfície a barro-argilo-arenosa a partir de 0,50 m, com presença de mosqueado abaixo desta profundidade e apresentando transição clara e, às vezes, abruptas entre os horizontes. A Figura 1 apresenta a curva de retenção de umidade da camada 0-30 cm do solo da área experimental, determinada por Magalhães, Millar & Choudhury (1977).

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO

Os elementos básicos componentes do sistema são apresentados nas Figuras 2 e 3, onde:

(L) corresponde à linha de abastecimento principal, ligada ao reservatório (tanque, barreiro, açude, etc) e que se compõe de potes de barro interligados entre si por uma tubulação de PVC, com diâmetro de 1/2". Os potes desta linha dispõem de um sistema de bóias (P), com o fim de manter sempre constante o nível de água.

(L₁) corresponde à linha de potes de abastecimento secundário (P₁) que se une aos potes de carga constante (P) da linha principal.

(P) e (P₁) são potes propriamente ditos, de forma cônica, com capacidade de 15,7 litros, confeccionados com argila e queimados em fornos caseiros utilizados pelo artesão. Os potes secundários são instalados em curvas de nível (Figuras 2 e 4) e usados para exploração de diferentes culturas.

Instalação do sistema de irrigação por potes de barro

A instalação do sistema de potes é precedida de um preparo do terreno, o mínimo possível, apenas o sufi

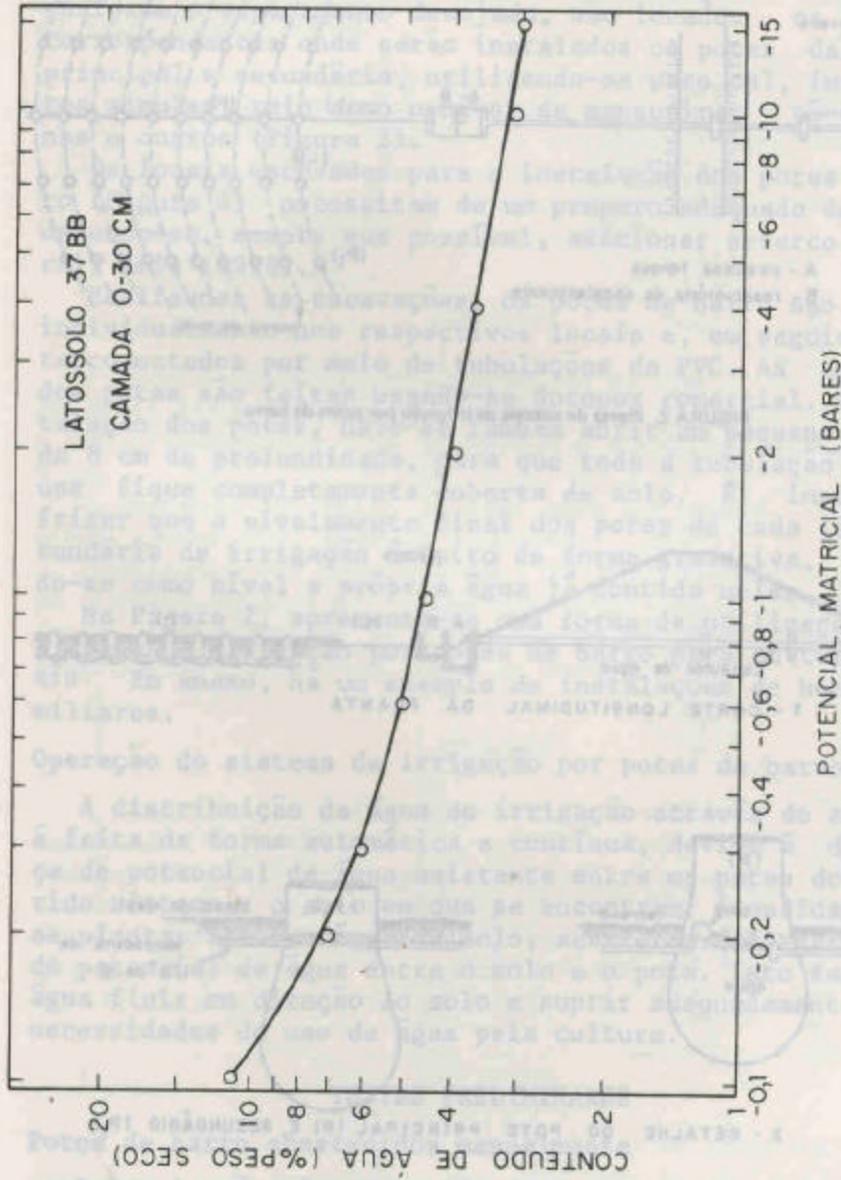


FIGURA 1. Curva de retenção de água do latossolo 37 BB da área experimental.

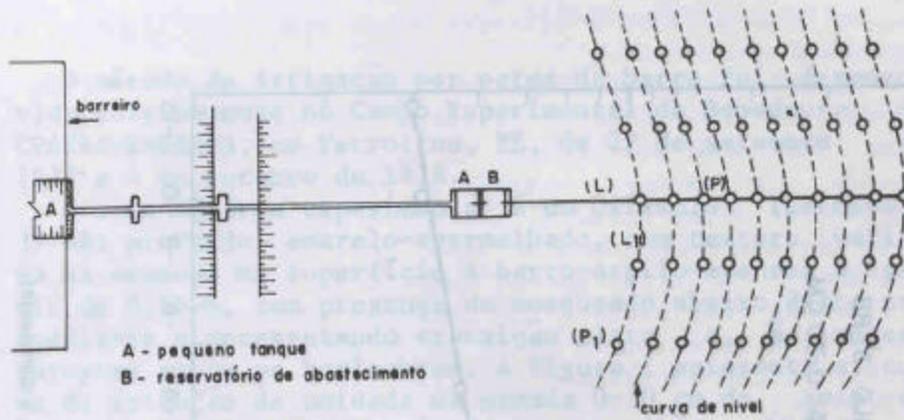
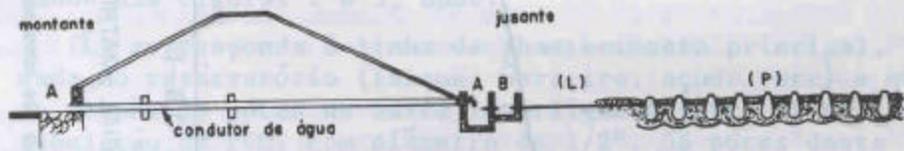
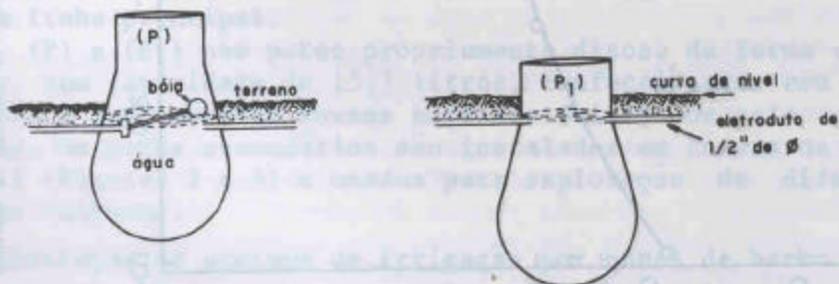


FIGURA 2. Planta do sistema de irrigação por potes de barro



1 - CORTE LONGITUDINAL DA PLANTA



2 - DETALHE DO POTE PRINCIPAL (P) E SECUNDÁRIO (P₁)

FIGURA 3. Sistema de irrigação por potes de barro

ciente para traçar as curvas de nível onde serão locadas as linhas secundárias de abastecimento (L_1). Em seguida, conforme o espaçamento desejado, são locados os pontos correspondentes onde serão instalados os potes da linha principal e secundária, utilizando-se para tal, instrumentos simples, tais como o nível de mangueira, pé-de-galinha e outros (Figura 2).

Os locais escavados para a instalação dos potes de barro (Figura 4) necessitam de um preparo adequado do solo, devendo-se, sempre que possível, adicionar esterco de curral, Reis (1978).

Realizadas as escavações, os potes de barro são postos individualmente nos respectivos locais e, em seguida, interconectados por meio de tubulações de PVC. As conexões dos potes são feitas usando-se durepox comercial. Na instalação dos potes, deve-se também abrir um pequeno sulco de 8 cm de profundidade, para que toda a tubulação que os une fique completamente coberta de solo. É importante frisar que o nivelamento final dos potes de cada linha secundária de irrigação é feito de forma gradativa, usando-se como nível a própria água já contida neles.

Na Figura 2, apresenta-se uma forma de utilização do sistema de irrigação por potes de barro para culturas anuais. Em anexo, há um exemplo de instalações de hortas familiares.

Operação do sistema de irrigação por potes de barro

A distribuição da água de irrigação através do sistema é feita de forma automática e contínua, devido à diferença de potencial de água existente entre os potes do referido sistema e o solo em que se encontram. À medida que as plantas retiram água do solo, acarretam uma diferença de potencial de água entre o solo e o pote. Isto faz a água fluir em direção ao solo e suprir adequadamente as necessidades de uso de água pela cultura.

TESTES PRELIMINARES

Potes de barro abastecidos manualmente

Investigações foram realizadas em 18 potes e utiliza

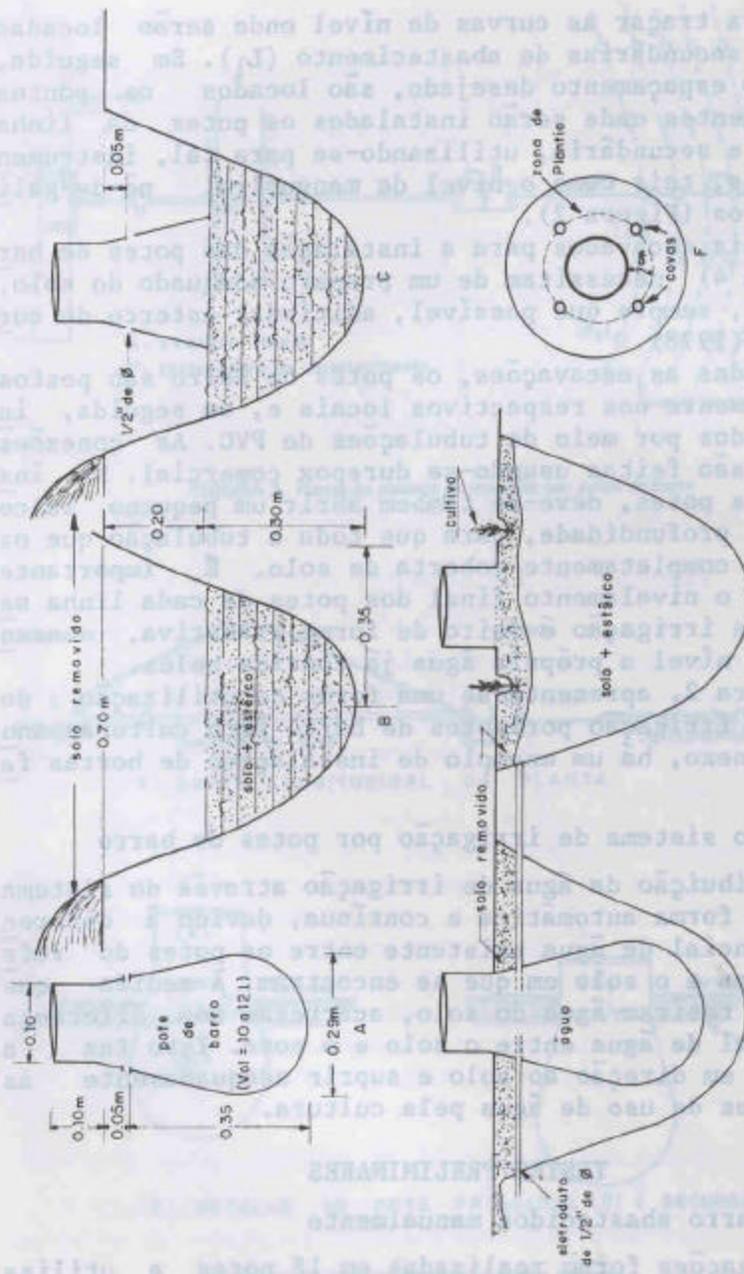


FIGURA 4. Instalação dos potes de barro no sistema.

ram a cultura de caupi, bem como cinco potes com melão.

Potes de barro interconectados funcionando pelo princípio de vasos comunicantes

Os estudos de viabilidade de funcionamento foram obtidos em cinco potes de barro, tendo-se como referência a cultura de melancia. Também foi avaliado o comprimento da linha de potes de abastecimento secundário (P_1), como mostra a Figura 2 através de testes experimentais em cinco linhas de 100 m, com 32 potes cada uma.

PLANTIO

O plantio do melão foi executado no dia 27 de setembro de 1977; foram plantadas doze sementes por pote de barro, a uma distância de 7 cm do pote e a uma profundidade de 5 cm.

O desbaste foi feito 15 dias após o plantio, deixando-se apenas oito plantas por pote.

A melancia foi plantada em 9 de junho de 1978, seguindo a mesma técnica utilizada para o melão. O plantio do caupi foi realizado em 9 de junho de 1978, deixando-se também oito plantas por pote de barro.

ADUBAÇÃO

A adubação foi feita de acordo com o número de potes e empregados os fertilizantes comumente usados nos plantios convencionais. Foram dadas três aplicações, em períodos específicos do desenvolvimento da cultura na base de 555 g de uréia, 750 g de superfosfato simples e 283 g de cloreto de potássio, aplicados diretamente no reservatório de abastecimento do sistema.

COLHEITA

Os trabalhos referentes ao processo de colheita das culturas foram executados nos períodos de 28.12.77 (me

lão), 22.08.78 (melancia) e 04.10.78 (caupi). Foram computados apenas os dados de produção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos preliminares sobre o sistema de irrigação por potes foram feitos inicialmente, utilizando-se potes caseiros confeccionados por artesãos da região. Esses, consistindo na instalação de potes de forma individual e na sua posterior avaliação técnica. Além do abastecimento dos potes de maneira individual, optou-se pela utilização inovadora de potes interligados entre si, funcionando conforme princípio de vasos comunicantes, tal como descrito anteriormente.

Os estudos básicos foram realizados em ambos os sistemas de irrigação por potes (potes isolados e interconectados), sendo os seguintes parâmetros analisados: consumo de água diário por pote, distribuição de umidade no solo, bulbo molhado e produção das culturas (melão, melancia e caupi).

Foram ainda computados dados de umidade relativa, temperatura média, evaporação do tanque classe A e precipitação.

As plantas de melancia, melão e feijão, irrigadas através do sistema de potes, desenvolveram-se satisfatoriamente e atingiram seus períodos de maturação, utilizando a umidade proveniente das peças porosas, a qual se apresentou principalmente em um bulbo molhado cerca de $0,615 \text{ m}^2$ ao redor dos potes de barro, como mostra a Figura 5.

A determinação do bulbo molhado foi realizada imediatamente após a primeira colheita das culturas, fazendo-se abertura de perfis em 20 locais específicos, onde se encontram localizados os potes do sistema. Avaliou-se em termos médios a área de umedecimento dos potes, indicando na análise dos dados obtidos que a função estimadora do bulbo molhado apresentava uma equação correspondente a $Y^2 = 2,1 x$. Em seguida, estimou-se a área da superfície gerada pela revolução em torno do eixo do (x) do arco da parábola $Y^2 = 2,1 x$, de $x = 0$ a $x = 4,8$ cm correspondente ao bulbo molhado médio dos potes analisados. A fórmula

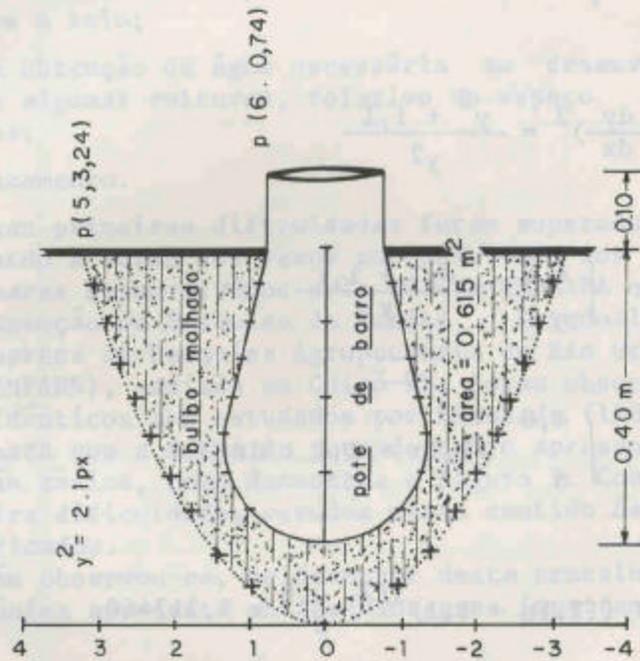


FIGURA 5. Área do bulbo de solo molhado para o método de irrigação por potes de barro.

usada é descrita por meio da equação (1), como segue:

Equação (1):

$$S = 2\pi \int_0^{4,8} Y \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \cdot dx$$

$$1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{y^2 + 1,1}{y^2}$$

$$S = 2\pi \int_0^{4,8} \frac{\sqrt{y^2 + 1,1}}{y} \cdot dx$$

$$S = 2 \int_0^{4,8} \sqrt{2,1x + 1,1} \cdot dx$$

$$S = 2\pi \left[\frac{(2,1x + 1,1)^{3/2}}{3/2} \right]_0^{4,8} \times 0,317460$$

$S = 61,5339$ unidades de área, donde

$$S = 0,615 \text{ m}^2$$

onde:

"S" é a área que corresponde ao bulbo molhado, para o tipo de solo e pote estudado.

A área do bulbo molhado, apresentada na Figura 5, é muito variável, principalmente, porque é influenciada pelo tipo de solo formato do pote de barro, porosidade, dimensões da cova e material orgânico nela adicionado. As inter-relações entre estas variáveis deverão ser objeto

de estudo.

Richards (1934) identificou algumas dificuldades com relação às unidades porosas usadas por outros pesquisadores, como:

1. um contato muito pobre entre a capilaridade dos vasos e solo;
2. na obtenção de água necessária ao desenvolvimento de algumas culturas, relativo ao espaço solo-raízes;
3. vazamento.

As duas primeiras dificuldades foram superadas apenas modificando a forma dos vasos porosos. Como nos estudos preliminares desenvolvidos pelo CPATSA-EMBRAPA e ex-Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (LEPAE), atual Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), sediada em Caicó-RN, foram observados problemas idênticos aos estudados por Richards (1934), optou-se para que a forma do pote de barro apresentasse configuração cônica, como demonstra a Figura 5. Com relação à terceira dificuldade, estudos neste sentido deverão ser intensificados.

Também observou-se, no decorrer deste trabalho, que a forma cônica apresenta outras vantagens importantes, como:

1. facilidade de confecção em tornos de madeira;
2. maior fixação do pote ao terreno, o que não permite movimento de solo ao redor do pote por ocasião das chuvas.

A distribuição de umidade média no solo ao redor dos potes de barro, relativa à profundidade e distância horizontal, em centímetro, desde o eixo vertical dos potes de barro é apresentada na Tabela 1.

Nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 6, observa-se que a quantidade de água no solo liberada pelas unidades porosas de cresce à medida que se afasta do eixo vertical do pote e que as condições ótimas de umidade para o desenvolvimento das plantas apenas se fazem presentes, em uma camada de

TABELA 1. Distribuição do conteúdo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) ao redor do pote de barro.

Profundidade do solo (cm)	Distância horizontal (cm) desde o eixo vertical (y) do pote de barro			
	a	b	c	d
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
15	17,35	15,26	13,66	7,48
30	18,81	15,88	14,43	8,52
45	17,66	15,20	12,13	6,58
60	14,09	10,37	8,42	5,67

Obs. CC = 17,8
PMP = 5,2

TABELA 2. Distribuição do conteúdo de umidade (% peso seco), ao redor do pote de barro.

Profundidade do solo (cm)	Distância horizontal (cm) desde o eixo vertical (y) do pote de barro			
	a	b	c	d
	15-25	25-35	35-45	45-55
10	17,6	15,4	12,2	-
15	18,7	17,6	14,4	9,4
30	17,1	15,3	13,9	9,9
45	16,3	15,1	13,9	8,5
60	9,7	10,5	10,1	9,7
75	9,6	-	-	-

Fonte: Mondal (1974)

Obs. CC = 17,0
PMP = 7,5

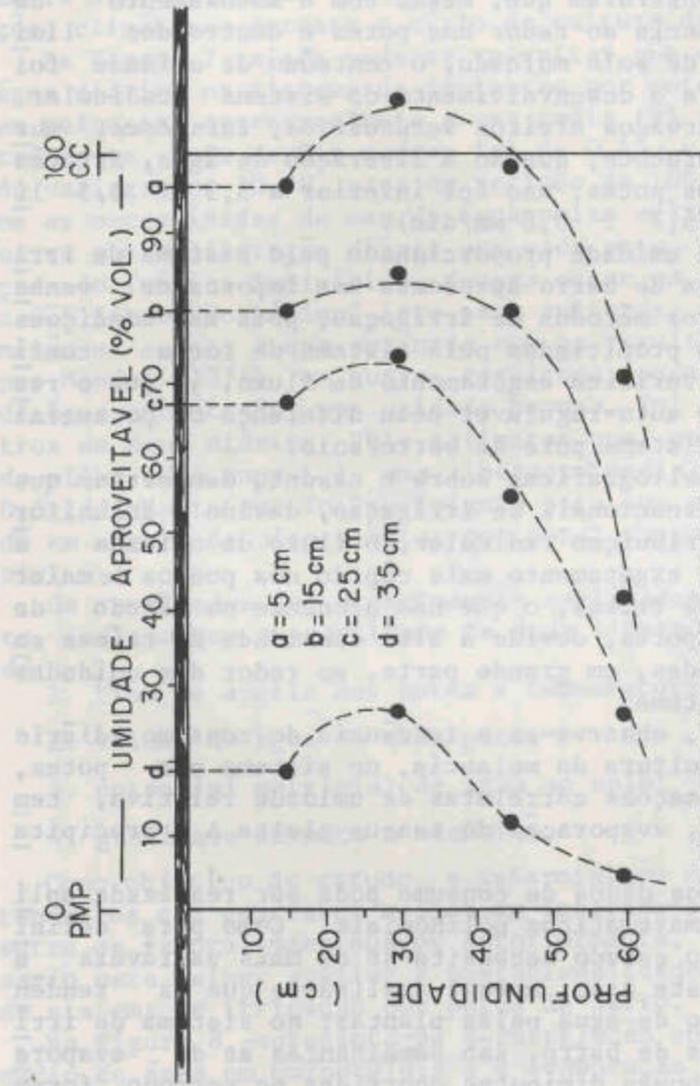


FIGURA 6. Distribuição da umidade do solo a diferentes profundidades e distâncias horizontais (a, b, c e d) desde o eixo vertical dos potes de barro na cultura da melancia.

atê 30 cm de espessura, ao redor dos potes.

As observações preliminares sobre a distribuição do conteúdo de umidade, com base no volume, apresentadas na Figura 6, demonstraram que, mesmo com o adensamento de raízes de melancia ao redor dos potes e dentro dos limites do volume de solo molhado, o conteúdo de umidade foi suficiente para o desenvolvimento do sistema radicular. Não foram observados efeitos secundários, tais como, murcha, floração precoce, quando a liberação de água, através das paredes dos potes, não foi inferior a $3,5 \pm 0,5$ litros por dia ($5,7 \pm 0,8$ mm/dia).

O regime de umidade proporcionado pelo sistema de irrigação por potes de barro apresenta uma importante vantagem sobre outros métodos de irrigação, pois as condições de umidade são propiciadas pelo sistema de forma contínua, e não se verifica esgotamento de fluxo, já que o reabastecimento é auto-regulável pela diferença de potencial matricial do sistema pote de barro/solo.

Revisões bibliográficas sobre o assunto demonstram que nos métodos convencionais de irrigação, devido à desuniformidade de distribuição radicular, o fluxo de umidade é irregular e de esgotamento mais rápido nos pontos de maior concentração de raízes, o que não acontece no método de irrigação por potes, devido à alta densidade de raízes somente localizadas, em grande parte, ao redor das unidades porosas do sistema.

Na Figura 7, observa-se a tendência do consumo diário de água pela cultura da melancia, no sistema por potes, bem como informações correlatas de umidade relativa, temperatura média, evaporação do tanque classe A e precipitação.

A análise dos dados de consumo pode ser realizada aplicando modelos matemáticos polinomiais. Como para definição do referido estudo necessita-se de mais variáveis e repetições, neste caso, apenas analisa-se que as tendências do consumo de água pelas plantas, no sistema de irrigação por potes de barro, são semelhantes às de evaporação e que as chuvas diminutas ocorridas no período foram suficientes para influir na diminuição do consumo de água, corroborando com os resultados obtidos por Silva, Santos

& Magalhães (1978). A curva de consumo de água foi mais constante durante o período sem chuvas.

As curvas referentes à umidade relativa e temperatura média diária, apenas funcionam como indicadores das condições climáticas durante o ciclo da cultura da melancia.

Da Figura 7, ainda pode-se ressaltar que o consumo de água diário, no sistema de irrigação por potes de barro, em melancia, correspondente a uma média (\bar{x}) de 2,25 litros/pote, cujo desvio padrão foi de 0,45 e coeficiente de variação de 20,98, para um período de 106 dias. Conforme as necessidades de uso de água pelas culturas, verifica-se que a liberação diária por cada pote, para as condições do Trópico Semi-Árido, deverá estar em torno de $3,5 \pm 0,5$ litros no mínimo, isto para culturas de melancia, melão e caupi, o que concorda com os resultados obtidos por Mondal (1974), em outras condições, onde a liberação de água encontrada, por unidade porosa, foi de 2 a 3 litros de água diários. Vale salientar que, para o cultivo do milho (*Zea mays* L.), uma liberação média de $1,5 \pm 0,5$ l/dia/pote não foi suficiente para que a cultura, quando em número de oito plantas por pote, chegasse a produzir.

Os resultados dos experimentos realizados até o momento indicam que a quantidade de água liberada é função de:

1. tipo de argila dos potes e temperatura de queima;
2. volume de água em cada pote;
3. potencial matricial de água no solo;
4. gradiente térmico e osmótico.

Como objetivo de estudo, a determinação de modelos matemáticos que expressem melhor as interações existentes entre os fatores mencionados anteriormente, faz-se necessário para melhor avaliar a operacionalidade e eficiência do sistema de irrigação por potes de barro.

Na Figura 8, apresenta-se a correlação entre o consumo médio de água em mm/pote/dia e a evaporação diária média em mm/dia, do tanque tipo classe A, sendo cada ponto plotado média de oito dias de observação. A relação entre variáveis obedeceu à seguinte equação:

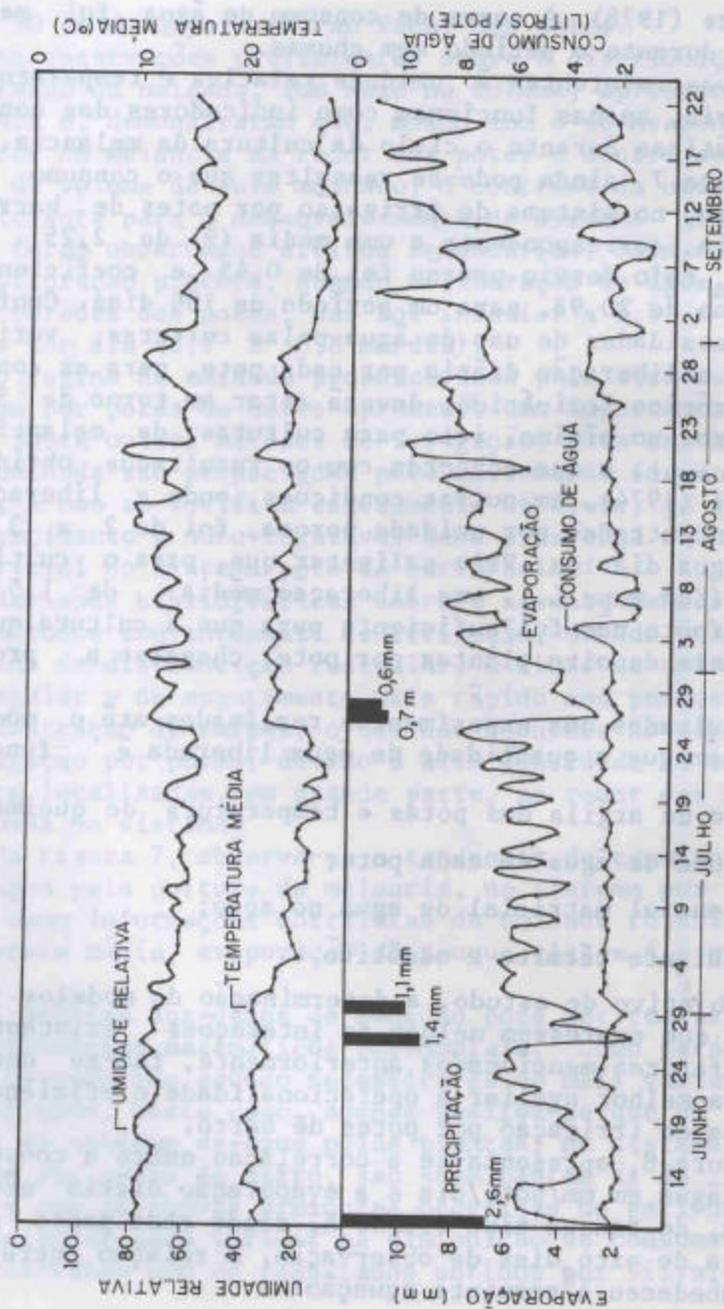


FIGURA 7. Consumo de água diário do método de irrigação por potes de barro, evaporação diária, umidade relativa e temperatura média durante o período de cultivo da melancia.

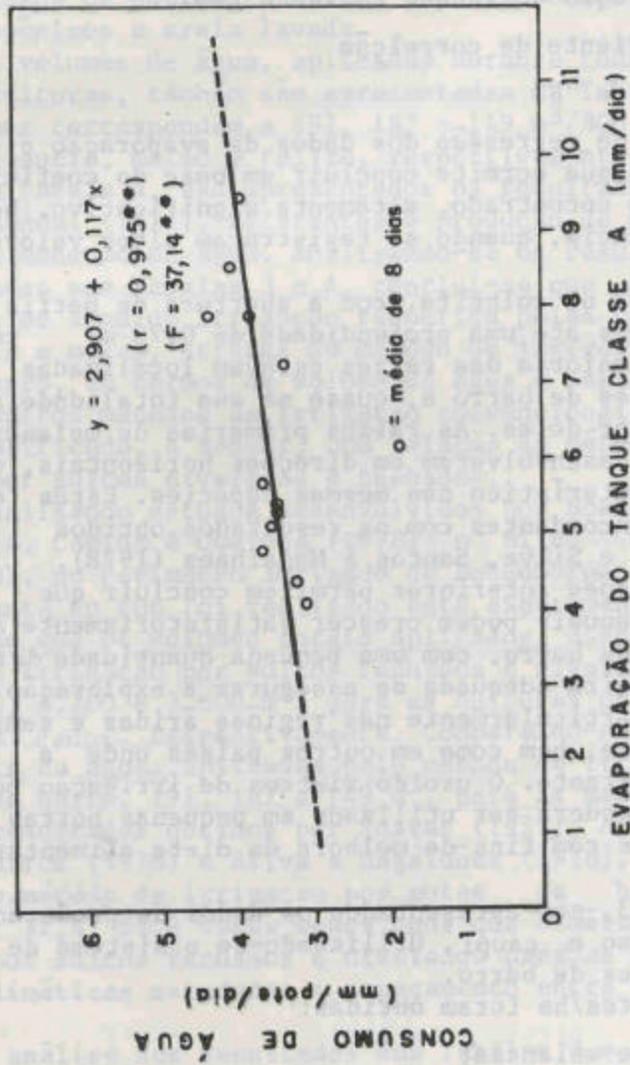


FIGURA 8 Balanço médio de água por pote barro durante o ciclo da cultura da melancia.

$$Y = 2,907 + 0,117 x \quad (r = 0,975 \text{ e } F = 37,14^{**})$$

onde:

y = consumo de água pela planta (mm);

x = evaporação do tanque classe A (mm);

r = coeficiente de correlação

F = teste de "F"

A análise de regressão dos dados de evaporação e consumo diário de água permite concluir em base do coeficiente de correlação encontrado, altamente significativo, bem como ao de melancia, quando se registraram altos valores de evaporação.

Após a fase de colheita, com a abertura de perfis próximos aos potes até uma profundidade de 0,70 m, constatou-se que a maioria das raízes estavam localizadas em volta dos potes de barro e, quase na sua totalidade, a uns 0,30 m ao redor deles. As raízes primárias de melancia e de caupi se desenvolveram em direções horizontais, o que pode ser característico nas mesmas espécies. Estas observações são concordantes com os resultados obtidos por Mondal (1974) e Silva, Santos & Magalhães (1978).

As observações anteriores permitem concluir que algumas culturas anuais podem crescer satisfatoriamente ao redor de potes de barro, com uma pequena quantidade de água, e ser uma maneira adequada de assegurar a exploração de hortaliças, particularmente nas regiões áridas e semi-áridas do Nordeste, bem como em outros países onde a água for fator limitante. O uso do sistema de irrigação por potes de barro poderá ser utilizado em pequenas hortas familiares, apenas com fins de melhora da dieta alimentar da família.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de produção de melancia, melão e caupi, utilizando-se o sistema de irrigação por potes de barro.

Com 800 potes/ha foram obtidas:

- . 45,6 t de melancia;
- . 14,9 t de melão;
- . 0,63 t de caupi.

Vale salientar que as populações de plantas e as dosagens de fertilizantes talvez não sejam as mais recomendadas uma vez que a literatura não fornece indicadores. No que diz respeito à adubação, para o cálculo das dosagens de fertilizantes, apenas foi levada em consideração a necessidade de nutrientes pelas plantas obtidas em cultivos hidropônicos e areia lavada.

Os volumes de água, aplicadas durante todo o ciclo das culturas, também são apresentadas na Tabela 3. Estes volumes correspondem a 191, 187 e 149 m³/800 potes/ha para melancia, melão e feijão, respectivamente.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados obtidos por Mondal (1974), referentes à produção de melancia e melão e consumo de água. Analisando-se os resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4, conclui-se que a quantidade total de água de irrigação requerida pelas culturas de melancia e melão, através do método de irrigação por potes de barro, em termos de volume de água é bastante inferior aos outros métodos de irrigação convencionais, como será exemplificado, a seguir, com relação ao método de irrigação por sulcos nivelados e fechados.

Analisando estudos desenvolvidos por Soares (1977), Araújo, Coelho & Queiroz (1978) e Silva & Magalhães (1978), no Perímetro Irrigado de Bebedouro, em período semelhante ao que foi realizado este experimento, encontra-se que os volumes totais aplicados, usando-se o método de irrigação por sulcos fechados e nivelados, foram de 4.700, 4.200 e 3.600 m³, para as culturas de melancia, melão e caupi, respectivamente. Comparando-se os volumes totais de água, aplicadas pelo método de irrigação por potes de barro, 191, 187 e 149 m³, para as mesmas culturas, com resultados obtidos por Soares (1977), Araújo, Coelho & Queiroz (1978) e Silva & Magalhães (1978), comprova-se que o método de irrigação por potes de barro utiliza 24,6; 22,4; 24,2 vezes menos água que o método de irrigação por sulcos fechados e nivelados para as condições edafoclimáticas estudadas e espaçamento entre unidades porosas.

A análise dos resultados das Tabelas 3 e 4 comprovam que o método de irrigação por potes de barro oferece grandes perspectivas na economia de uso de água pelos pequ

TABELA 3. Produção e requerimento de água pelas culturas desenvolvidas ao redor de potes de barro.

Cultura	Produção estimada (t/800 potes/ha)	Consumo de água durante o ciclo da cultura	
		C.V. ^a	Volume (m ³)
Melancia	45,60	20,9	191
Melão	14,90	37,1	187
Caupi	0,63	26,5	149

^a C.V. - Coeficiente de variação.

TABELA 4. Produção e requerimento de água pelas culturas desenvolvidas ao redor de potes de barro.

Cultura	Produção estimada (t/800 potes/ha)	Consumo de água durante o ciclo da cultura
		Volume (m ³)
Melancia	25,6	186
Melão	6,2	129

Fonte: Mondal (1974).

nos agricultores, de regiões áridas e semi-áridas, com fins de irrigação, principalmente, das hortaliças e culturas de subsistência.

Nas Tabelas 5 e 6, são apresentadas duas alternativas de utilização e custos de implantação do sistema por potes de barro, quando instalados de forma individual (abastecimento manual) e conectados (vasos comunicantes).

A alternativa proposta na Tabela 5 tem um custo de implantação orçado em Cr\$ 18.000,00 para uma área de 0,25 ha. Entretanto, estes custos podem ser reduzidos drasticamente, partindo do princípio que os pequenos agricultores podem ser orientados pelo Serviço de Extensão Rural, para confeccionar suas próprias unidades porosas. Por outro lado, a implantação de potes para serem abastecidos manualmente, não requer dependência tecnológica por parte dos agricultores, pela simplicidade da tecnologia de implantação e operação do sistema.

Os custos apresentados na Tabela 6 são relativamente altos, quando comparados aos da alternativa da Tabela 5, devido aos custos adicionais com mangueiras de polietileno, potes de barro, colagem, etc. Todavia apresenta-se como uma alternativa de utilização pelos agricultores de maior poder aquisitivo e nível técnico, principalmente, para o cultivo de hortaliças (melancia, abóbora, tomate, quiabo, etc).

Algumas culturas de subsistência altamente exigentes em água, como o milho (*Zea mays* L.), nos testes preliminares apresentaram desenvolvimento variado, em função da liberação de água pelas unidades porosas. Entretanto, pesquisas com o objetivo de uniformizar esta liberação vêm sendo realizadas e apresentam resultados prometedores, quando se adicionam 180 g de pó-de-serra no material argiloso utilizado na confecção dos potes de barro. Naquelas regiões, onde os potes de barro não são queimados em fornos fechados, é melhor adicionar-se areia ao material argiloso, visando aumentar a porosidade do pote.

Por outro lado, no caso dos potes terem sido adquiridos e não liberarem as quantidades requeridas, a compensação na liberação de água poderá ser feita através de quatro furos pequenos, igualmente espaçados, em torno de 1,5 mm, de diâmetro, 10 cm abaixo da superfície do solo.

TABELA 5. Custos de implantação do método de irrigação por potes de barro quando instalados individualmente.

Custos	Unid.	Preço		Custos	
		(Cr\$ unid.)	Quant.	Moeda nac. (Cr\$)	Dólar (US\$)
Potes (12 l)	1	60,00	200 ^a	12.000,00	88.89
Escavações	HD ^b	400,00	15	6.000,00	44,44
TOTAL				18.000,00^c	133.33

^a Estimativa p/0,25 ha

^b Homem/dia

^c Custo (1 Dólar = Cr\$ 135,00)

TABELA 6. Custo de implantação do método de irrigação por potes de barro conectados (vasos comunicantes).

Custos	Unid.	Preço		Custos	
		(Cr\$ unid.)	Quant.	Moeda nac. (Cr\$)	Dólar (US\$)
Potes (12 l)	1	60,00	830 ^a	48.800,00	368.89
Cola	kg	2.000,00	4	8.000,00	59.26
Mangueira de polietileno 1/2" de Ø	m	20,00	2.000	40.000,00	296.30
Escavações	HD ^b	400,00	60	24.000,00	177.78
Álcool comercial	l	150,00	4	600,00	4.44
Bóias	l	80,00	20	1.600,00	11.85
TOTAL				124.000,00^c	918.52

^a Estimativa p/1 ha

^b Homem/dia

^c Custos (1 Dólar = Cr\$ 135,00)

Quando os potes reduzirem sua capacidade de liberação, ao longo do período de uso, deve-se voltar a queimá-los para que recuperem a porosidade inicial.

Nos custos de implantação dos sistemas não foram computadas as despesas referentes à filtragem da água de irrigação, principalmente, daquela proveniente de barreiros recém-construídos. Entretanto, pesquisas estão sendo desenvolvidas com a utilização de fórmulas químicas para a sedimentação de argila em suspensão na água de barreiros, como também estudos de diferentes tipos de filtros. Isto porque a água que abastecerá os potes de barro deverá conter o mínimo de argila em suspensão e ser o menos lodosa possível, pois destas características dependerá o bom funcionamento e durabilidade do sistema.

Basicamente, cinco aspectos deverão ser considerados na implantação do método.

1. porosidade dos potes, com liberação em torno de 3,5 l/dia, no mínimo, muito embora, inicialmente, estes liberem até 20 litros de água no primeiro dia;
2. água a ser utilizada;
3. forma e dimensões dos potes;
4. dimensões da área a ser explorada;
5. cobertura dos potes com tijolos, pedras, madeira ou outro material, para evitar o desenvolvimento de al gas.

Com base no exposto anteriormente, recomendam-se estudos de pesquisa sobre:

1. densidade de plantas por unidade porosa;
2. fórmula e método de aplicação de adubo;
3. avaliação em escala operacional.

CONCLUSÕES

1. O método de irrigação por potes de barro oferece grandes perspectivas de economia de água, principalmente com relação ao cultivo de hortaliças, pois, comparando-se as lâminas totais de irrigação aplicada durante o ciclo da melancia e melão, com as lâminas utilizadas no perímetro irrigado de Bebedouro, encontrou-se que a irrigação por potes de barro utiliza 24,6 e 22,4 vezes menos água que o método de irrigação por sulcos nivelados e fechados.
2. Os rendimentos de melancia, melão e caupi resultaram satisfatórios, com produções estimadas em 45,6; 14,9; 0,63 toneladas com 800 potes por hectare, produções estas alcançadas com um volume de água correspondente a 191; 187; 149 m³/800 potes/ha, respectivamente.
Para as culturas acima mencionadas, em condições semelhantes às estudadas, os potes de barro a serem utilizados no sistema de irrigação deverão propiciar, no mínimo, uma liberação média de 3,5 ± 0,5 litros de água por dia, embora, inicialmente, liberem até 20 litros de água. No período de máxima demanda da cultura, em solos profundos, não devem liberar menos de 3,5 litros diários.
3. O consumo de água pelas culturas seguiram as mesmas tendências que a evaporação de água do tanque classe A; isto indica que a planta aparentemente funciona como auto-reguladora do seu consumo de água em resposta aos fatores do meio ambiente.
4. A água a ser abastecida nos potes de barro deverá conter o mínimo de argila em suspensão, porque desta característica dependerá a maior durabilidade do sistema.
5. Os custos de implantação do método de irrigação por potes de barro, quando instalados de forma individual (0,25 ha) e conectados por mangueira de polietileno (1 ha) foram orçados em Cr\$ 18.000,00 e Cr\$ 124.000,00, respectivamente, a preço de janeiro de 1982.

AGRADECIMENTOS

Aos Drs. Renival Alves de Souza, Chefe do CPATSA, Manoel Abílio de Queiróz, ex-Chefe Adjunto Técnico do CPATSA; Antônio José Simões, ex-Chefe Adjunto de Apoio e atual Chefe Adjunto Técnico do CPATSA, pelo incentivo e apoio constantes; Dr. Fernando Marinho, Pesquisador da EMPARN, pelas contribuições técnicas; Dr. Ubaldino Dantas Machado, Chefe do Departamento de Informação e Documentação DID/EMBRAPA; Coordenadoria de Difusão de Tecnologia do CPATSA, responsável pela transferência das informações; Extensão Rural pelo estímulo; Produtores Rurais, objetivo final de nossas pesquisas; enfim, a todos que, de alguma forma, direta ou indireta, participaram de quaisquer atividades vinculadas a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.P.; COELHO, M.B. & QUEIROZ, M.A. Informações sobre a cultura do melão. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1978. (Uso interno).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. O Trópico Semi-Árido do Nordeste - características gerais à pesquisa em desenvolvimento no CPATSA. Petrolina, PE., 1978. 7p.
- MAGALHÃES, A.A.de; MILLAR, A.A. & CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. s.n.t. 15p. No prelo.
- MONDAL, R.C. Farming with a pitcher, a technique of water conservation. *World Crops*, 26(2):94-7, mar./apr. 1974
- MONDAL, R.C. Pitcher farming is economical. *World Crops*, 30(3): 124, may/jun.1978.
- OLGUIN, P.C. Observaciones sobre el efecto del riego por succión en el rendimiento de maiz (Variedade H-507, en el Distrito de Riego Nº 41, Rio Yaqui, Sonora. Chapingo, México, ENA, 1976. 18p.
- OLGUIN, P.C. Riego por succión, descripción del método y avances en la investigación. In: SEMINARIO NACIONAL DE RIEGO POR GOTEIO, l., Hermosillo, Sonora, 1975. Memórias ... Hermosillo, 1975. v.2, p.165-81.
- REIS, O.G. Sistema de irrigação com economia de água; irrigação por potes de barro enterrados. Brasília, DF., EMBRATER, 1978. 3p. (EMBRATER. Informação Técnica sobre Promoção de Produtores de Baixa Renda, 3).
- RICHARDS, L.A. & BLOOD, H.L. Some improvements in auto-irrigator apparatus. *J. Agric. Res.*, Washington, 49(2): 115-21, july, 1934.

- SILVA, A.de S. & MAGALHÃES, A.A.de. Estudos preliminares sobre o efeito da irrigação mínima na produtividade do feijão caupi. Petrolina,PE., EMBRAPA-CPATSA, 1978. n.p.
- SILVA, A.de S.; SANTOS, E.D. & MAGALHÃES, A.A.de. Confeção e testes de cápsulas porosas para o método de irrigação por sucção. Recife,PE., EMATER-PE, 1978. 17p. (EMATER-PE. Boletim Técnico, 13). Trabalho apresentado no 4º Congresso de Irrigação e Drenagem, Salvador,BA., set. 1978.
- SILVA, A.de S.; SANTOS, E.D. & MAGALHÃES, A.A.de. Introdução e avaliação do método de irrigação por sucção na região do Trópico Semi-Árido. Recife,PE., EMATER-PE, 1978. 19p. (EMATER-PE. Boletim Técnico, 12). Trabalho apresentado no 4º Congresso de Irrigação e Drenagem, Salvador,BA., set. 1978.
- SOARES, J.M.; POSSÍDIO, E.L.de & PEREIRA, J.R. Interação entre níveis de irrigação, densidade de plantio e níveis de nitrogênio na cultura da melancia (*Citrullus vulgaris*, Schard). Petrolina,PE., EMBRAPA/CPATSA, 1977. 4p.

ANEXO

IRRIGAÇÃO POR POTES DE BARRO (ISOLADOS):

hortas familiares

O método de irrigação por potes de barro somente é aconselhável para pequenas áreas, ou seja, até 1 ha, devido aos potes, geralmente, apresentarem desuniformidade na liberação de água.

Esta tecnologia é mais recomendável para o uso em pequenas hortas caseiras (10 a 20 potes) e na implantação de pequenos pomares nas comunidades rurais.

Por esta razão, descrevem-se os passos a serem observados na instalação de uma horta familiar e em escala semi-comercial:

1. seleciona-se uma área que apresente solos de textura média a argilosa, com profundidade superior a 1 m, cuja localização seja próxima a uma fonte de água de boa qualidade (sem argila em suspensão);
2. marca-se um ou dois leirões de 10 x 1 m na área selecionada, e abrem-se buracos circulares de 0,80 m de diâmetro a 0,60 m de profundidade, espaçados de 1 m de centro a centro. Isto permitirá que em cada leirão sejam instalados dez potes de barro. O solo escavado deverá ficar ao lado do buraco, com excessão da camada de 30 a 60 cm, que deverá ser eliminada;
3. a faixa de terra de 0,40 m, entre um buraco e outro, e a de 0,20 m, periférica aos limites do leirão, também deverão ser escavados, até uma profundidade de 0,30 m, para que os "bulbos molhados" dos potes de barro superponham-se. O solo escavado também deve ficar ao lado do leirão;
4. o solo escavado deverá ser destorroado, devendo as partículas ficarem inferiores a 1 cm de diâmetro. Em seguida, misturam-se, no mínimo, 50 kg de esterco por leirão;

5. a mistura solo + esterco é posta no fundo do buraco, até uma altura de 0,30 m;
6. o pote de barro poroso, de 0,30 m de diâmetro e 0,50 m de altura, com capacidade para 10 a 12 litros é colocado no centro do buraco, contanto que 10 cm deste fi quem enterrados;
7. completar os espaços vazios com a mistura de solo + esterco, deixando-se apenas o gargalo do pote acima do solo. No caso de solos argilosos, pesados, uma camada fina de areia poderá ser colocada ao redor do pote de barro;
8. os potes são abastecidos com água limpa. Nunca deverá ser usada água com argila em suspensão ou lodosa;
9. no caso das sementes de hortaliças, estas deverão ser plantadas à semelhança das hortas tradicionais. Neste caso, o leirão de 10 x 1 m serve como sementeira, tendo-se que irrigar duas a três vezes por dia, até que as sementes germinem. Isto levará seis dias, dependendo das condições climáticas;
10. três dias após o abastecimento inicial dos potes de barro, abrem-se seis covas para o plantio definitivo das sementes de hortaliças a uma distância de 2 a 4 cm da parede do pote. A cova deve ser coberta com solo e irrigada todos os dias e os potes reabastecidos diariamente, até que as sementes ou que as mudas transplantadas estejam em condições de sobreviver com a água liberada pelos potes de barro. No caso de plantio direto, procede-se da mesma maneira.

Alguns aspectos que deverão ser considerados na implantação do método:

1. os potes de barro devem liberar, em média, 3,5 litros de água por dia, no mínimo, muito embora, inicialmente, liberem até 20 litros de água no primeiro dia. O importante é que, no período de máxima demanda da cultura, estes não liberem menos de 3,5 litros diários;

2. naquelas regiões, onde os potes de barro não são queimados em fornos fechados, é melhor adicionar areia ao material argiloso, visando aumentar a porosidade do pote;
3. no caso dos potes terem sido adquiridos e não liberarem quantidades requeridas, a compensação na liberação de água poderá ser feita através de quatro furos pequenos, igualmente espaçados, em torno de 1,5 mm de diâmetro, de 10 a 15 cm abaixo da superfície do solo;
4. quando os potes reduzirem sua capacidade de liberação, ao longo do período de uso, o produtor deverá voltar a queimá-los para que recuperem a porosidade inicial, ao invés de comprar outros para substituí-los.

Na Figura 9, apresenta-se um modelo esquemático de uma horta com potes de barro, para utilização em escala semi-comercial, utilizando-se o método de potejamento, segundo o princípio de vasos comunicantes.

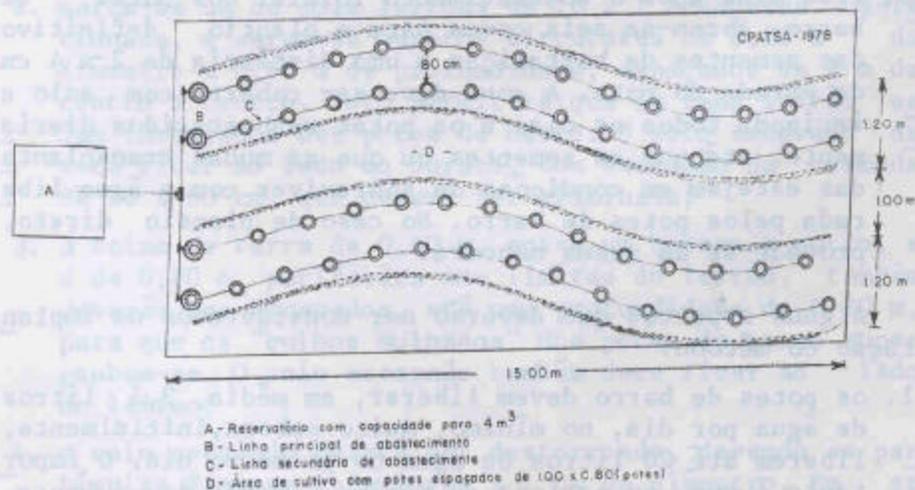


FIG. 9 Sistema de irrigação por potes de barro para pequenas hortas.