

AVALIAÇÃO TÉCNICA DE UM PLANTIO COMERCIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) MICROIRRIGADO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL**Francisco das Chagas Santos Rocha****Moisés Custódio Saraiva Leão****Raimundo Nonato de Assis Júnior***Depto de Eng. Agrícola, Univ. Federal do Ceará, CP 12.168 – Cep. 60.450-760, Fortaleza – CE***1 RESUMO**

O presente trabalho foi desenvolvido em um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico solódico (EMBRAPA, 1999), com o objetivo de avaliar um sistema de microirrigação subterrânea, na cultura da cana-de-açúcar, visando determinar a adequação do sistema à cultura. O trabalho constou da avaliação da eficiência de distribuição de água pelo sistema e da análise da redistribuição da água no solo. A distribuição de água pelo sistema foi considerada adequada, como evidenciada pelo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (93,29%) e pela Eficiência Global de Irrigação (83,96%). A vazão encontrada para os emissores testados foi considerada adequada (1,49 L/h) pois pouco difere da vazão do projeto (1,55 L/h). As análises de perfis de solo, realizadas em uma linha auxiliar de gotejadores, 24 horas após as irrigações, evidenciam a existência de perdas de água e de nutrientes por percolação, além da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura.

UNITERMOS: microirrigação subterrânea e análise dos bulbos úmidos

ROCHA, F. C. S., LEÃO, M. C. S., ASSIS Jr, R. N. TECHNICAL EVALUATION OF A SUBSURFACE MICROIRRIGATED COMMERCIAL CROP OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.)

2 ABSTRACT

The present work has been carried out in an Orthic Quartzarenic Neosol (EMBRAPA, 1999) with the purpose to evaluate an under surface micro irrigation system on a sugarcane crop; to determine water distribution efficiency by the system and water redistribution within the soil. Water distribution by the system was considered adequate as indicated by the 93.29% Uniformity Coefficient and the 83.96% Global Efficiency of Irrigation. A 1.49 L/h average discharge found for the emitters was considered adequate since it was close to the 1.55 L/h expected discharge. The soil sample analyses performed 24 hours after irrigation in an emitter auxiliary line have shown water and nutrient losses by percolation below the effective depth of the crop root system.

KEYWORDS: irrigation evaluation, irrigated sugar caneDOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2002v07n1p18-28>

3 INTRODUÇÃO

Alguns produtores no Estado do Ceará, ainda de forma incipiente, utilizam a fertirrigação em fruteiras irrigadas pelo método da microirrigação, o que tem resultado na melhoria da qualidade dos frutos, incremento na produtividade, redução de custos dos serviços e dos insumos e, conseqüentemente, elevação e redução no tempo da recuperação do capital investido.

A importância econômica e social do setor sucroalcooleiro no contexto nacional não impediu o surgimento de uma das maiores crises do cultivo da cana-de-açúcar das últimas décadas. No entanto, o aproveitamento da cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. não está restrito à produção de álcool combustível, mas também para alimentação humana e animal, bebidas, asséptico hospitalar e confecção de caixas para embalagens e compostos orgânicos através da utilização de sua fibra. Nesse tempo de crise energética, torna-se relevante o aproveitamento da fibra da cana-de-açúcar, pela conversão termodinâmica em energia elétrica.

A produtividade média no Brasil, 50 t/ha.ano, é baixa, sendo que se constata um decréscimo na produção por unidade de área da cana planta para os soqueiros subseqüentes (Carvalho et al., 1976). Na bacia do Rio Curu, essa produtividade média é um pouco mais alta, chegando a 60 t/ha.ano, porém baixa, se comparada a cultivos bem conduzidos através de tecnologias modernas de manejo e de irrigação.

A cultura da cana-de-açúcar, no Estado do Ceará, vem experimentando, até hoje, sérios problemas, principalmente o desconhecimento de tecnologia moderna de manejo da cultura. Isso é percebido pelo baixo resultado na produtividade média obtida pelos canavieiros. Normalmente, cultiva-se em solos de textura arenosa de baixa fertilidade e algumas vezes não irrigados. O cultivo em solos de aluvião é feito em pequenas áreas. Os sistemas de irrigação para essa cultura, na bacia do Rio Curu, são: inundação, sulcos, canhão, autopropelido e pivô central, de modo geral, com elevado consumo d'água. Isso agrava-se, quando o plantio localiza-se nas zonas litorâneas, com excessiva velocidade dos ventos e elevado índice de evaporação, ocasionando baixa eficiência na irrigação.

Este trabalho foi realizado em um cultivo

comercial de cana-de-açúcar (20 ha), microirrigado por gotejamento subsuperficial, localizado na propriedade "Fazenda Santa Eliza", em Paraipaba – CE, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica da microirrigação da cultura nas condições do litoral cearense.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área comercial no município de Paraipaba – CE, localizada entre as coordenadas geográficas 3°30'18" de latitude S e 39°12'68" de longitude W e 03°30'08" de latitude S e 39°12'46" de longitude W e altitude de 76 m em relação ao nível do mar. A implantação propriamente dita da cultura e montagem paralela do sistema de irrigação teve início em 05 de abril de 2000 e foi concluída em 20 de abril de 2000.

A precipitação anual média é de 1.100 mm, distribuída irregularmente no primeiro semestre e grande concentração no período de fevereiro a maio. A temperatura média anual é de 27,0°C e a umidade relativa média do ar em torno de 80%.

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO QUARTZA-RÊNICO Órtico solódico (EMBRAPA, 1999) de textura arenosa (Lemos & Santos, 1996).

A topografia da área é tipicamente plana, com declividade de até 3%, apresentando boa drenagem.

A área experimental, de aproximadamente 20 ha, foi dividida em unidades de irrigação de 04 ha. O sistema foi projetado para irrigar uma unidade de cada vez no tempo de 4 horas (20 horas por dia para irrigar as 5 unidades da área), para aplicar uma lâmina bruta de 5 mm.

Foram utilizados tubos gotejadores integrais com gotejadores de 1,55 L/h de vazão, pressão de serviço de 10 m.c.a., espaçados a cada 0,60 m, trabalhando enterrados a uma profundidade média de 0,30 m. As linhas de emissores de 0,90 m de comprimento, foram espaçadas de 2 m, servindo cada linha a duas fileiras de plantas (Figura 1). A água utilizada na irrigação, foi classificada como C₂S₁.

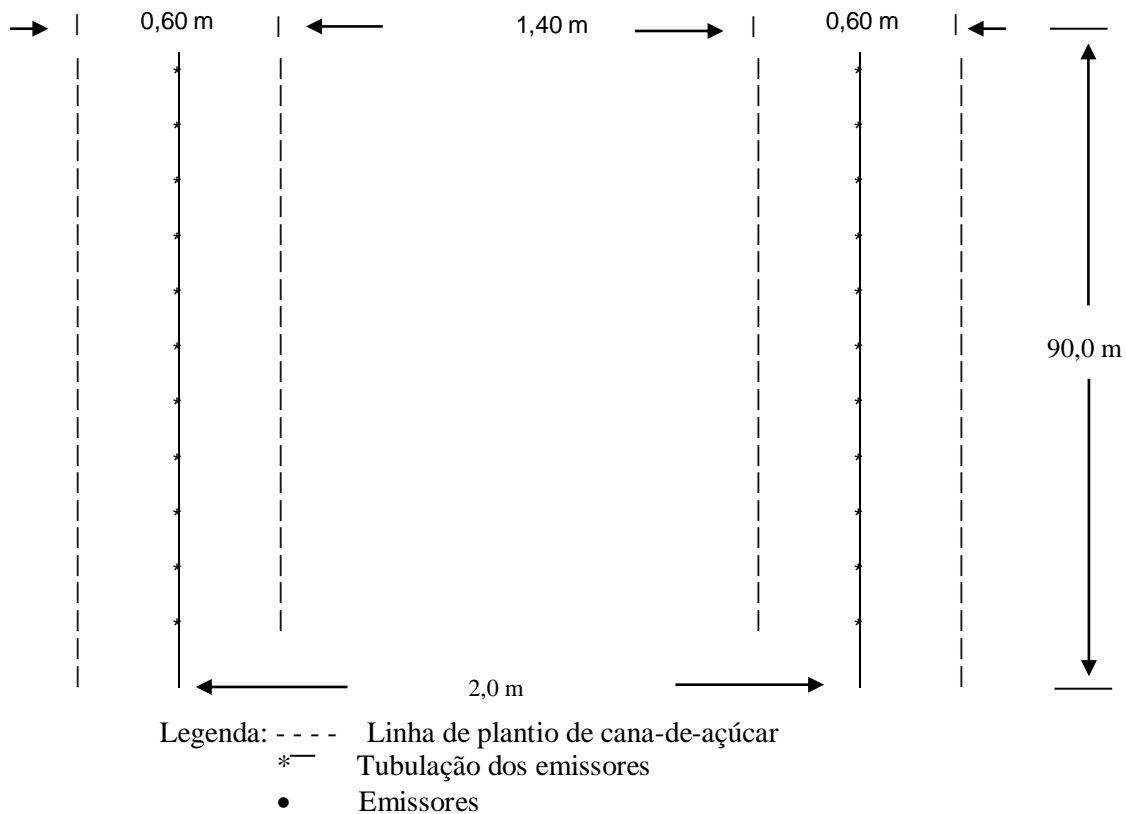


Figura 1. Esquema de espaçamento da cultura e respectiva linha de tubo gotejador (emissores) irrigada por sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial em Paraipaba – CE, 2001.

Para o estudo de distribuição de água pelo sistema foi usada a metodologia preconizada pelo MANUAL FAO (Food Agricultural Organization) – Localized Irrigation, (Irrigation and Drainage Paper, 36), Roma, Itália, 1984, 203 p.

Para isso, foram utilizadas, dentro da unidade de irrigação selecionada, a primeira linha de tubo gotejador, a linha de tubo gotejador situada a $\frac{1}{3}$, a linha de tubo gotejador situada a $\frac{2}{3}$ e a última linha de tubo gotejador, em relação às tomadas d'água na linha de distribuição. Ressalta-se aqui que, para determinação da vazão média, foi usada apenas um lado da unidade de irrigação (metade da referida unidade).

Nessas linhas de tubos gotejadores citadas, foram determinadas as vazões, médias de três medições, do emissor, situado no início da linha de tubo gotejador, dos emissores a $\frac{1}{3}$ e a $\frac{2}{3}$ do comprimento a partir do início da linha e do emissor final.

Com os valores médios obtidos das três medidas de vazão nos respectivos pontos escolhi-

dos, foram determinadas a vazão média (q) geral e o coeficiente de uniformidade (CU) na área experimental, através da relação:

(1)

$$CU = \frac{\text{Vazão mínima por emissor}}{\text{Vazão média por emissor}} \times 100$$

A vazão mínima por emissor foi obtida pela média do quarto inferior de todos os valores. A partir do coeficiente de uniformidade e da eficiência de armazenamento de água no solo (K_s), foi estimada a eficiência global (E_a) da irrigação na área pesquisada, obtida pela relação:

$$E_a = K_s \times CU \quad (2)$$

Em que K_s representa a relação água transferida/água aplicada, geralmente tomada como 90%.

Para essa determinação, foi instalada uma linha de tubo gotejador independente, ao lado da área cultivada, de forma a permitir a coleta de amostras de solo nos diversos perfis, sem que prejudicasse a cultura na unidade de irrigação. Nessa linha, os locais escolhidos obedeceram aos mesmos procedimentos usados na pesquisa da distribuição de água pelo sistema, ou seja, no início, a 1/3, a 2/3 e no final da linha do tubo gotejador, respectivamente. Em seguida, foram isolados dois emissores vizinhos, do lado direito e esquerdo.

Após isso, foi feita a irrigação obedecendo aos seguintes tempos: 1, 2, 3 e 4 horas para início, 1/3, 2/3 e final da linha do tubo gotejador, respectivamente.

Ressalte-se aqui, que, completado esse

período de irrigação, procedeu-se a cobertura das áreas úmidas com uma lona de polietileno preta, para evitar perdas d'água por evaporação.

No dia seguinte, ao se completarem 24 horas, período considerado suficiente para que houvesse redistribuição da água no solo, iniciou-se a retirada das amostras ao longo da linha do tubo gotejador. Considera-se como origem o ponto que coincide com o emissor e, a partir desse, os demais pontos de coleta de amostra tiveram, para ambos os lados, respectivamente as seguintes distâncias: 0,15 m, 0,30 m, 0,45 m e 0,60 m. Nesses pontos, foram retiradas amostras de solo nas seguintes profundidades: 0,1 m, 0,3 m, 0,5 m, 0,7 m e 0,9 m (Figura 2).

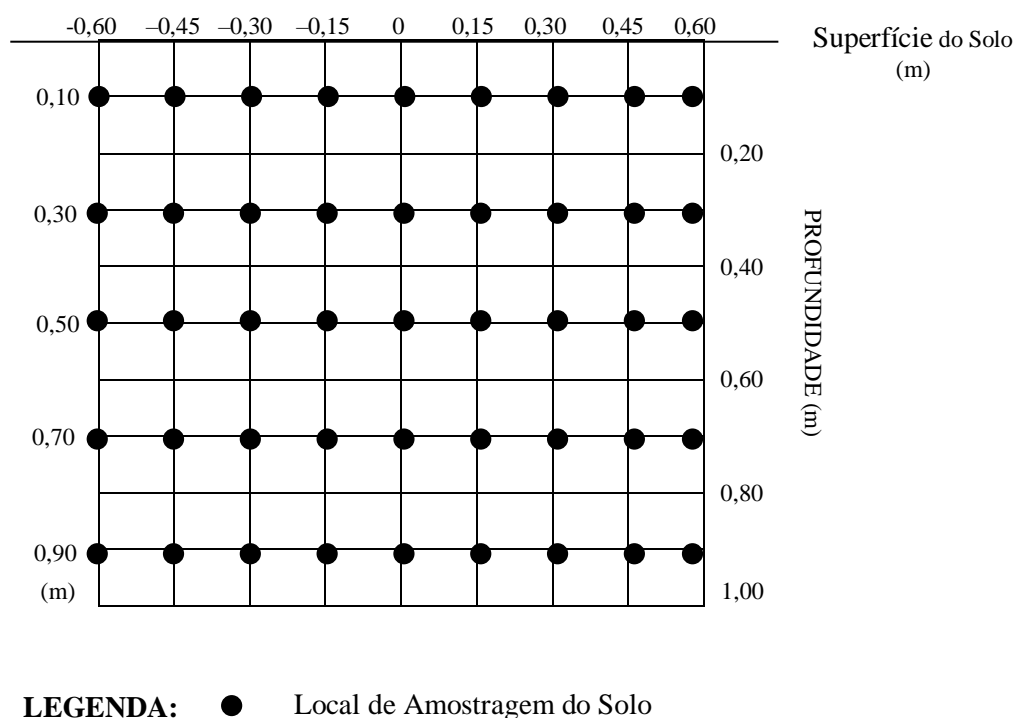


Figura 2 . Esquema de amostragem de solo para determinação da umidade após diferentes tempos de aplicação de água, Paraipaba – CE, 2001.

Para descrição morfológica do perfil do solo, foi aberta uma trincheira com as seguintes dimensões: 1,10 m x 1,10 m x 1,11 m, na qual iniciou-se o processo de separação dos horizontes através das características morfológicas observadas em campo. Desse estudo de campo, resultaram quatro horizontes, com as seguintes profundidades, respectivamente: 0 – 0,20 m, 0,20 – 0,43 m, 0,43 – 0,82 m e 0,82 a 1,11 m +, descritos após resultados de análises das amostras de solos feitas em laboratório e comparação com as cores da escala de Munsell (MUNSELL COLOR COMPANY, 1946), obedecendo a metodologia estabelecida pelo Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Lemos & Santos, 1996).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta os dados médios dos testes de vazão realizados em campo para proceder a avaliação do desempenho do sistema. Com os dados obtidos, foram determinados os seguintes índices:

- Coeficiente de Uniformidade (CU)

$$CU = \frac{\text{Vazão mínima por emissor}}{\text{Vazão média por emissor}} \times 100 \quad (1)$$

$$CU = \frac{1,39}{1,49} \times 100$$

$$CU = 93,29\%$$

- Eficiência Global do Sistema (Ea)

$$Ea = CU \times Ks$$

$$Ea = 93,29 \times 0,90 \quad (2)$$

$$Ea = 83,96\%$$

A eficiência global obtida (83,96%), pode ser considerado boa para irrigação localizada, admitindo-se o máximo valor de eficiência de armazenamento de água no solo (90%); embora de utilização comum neste método de irrigação, esse valor pode ser considerado elevado em vista da textura do solo na área de plantio ser muito arenosa.

O coeficiente de uniformidade obtido, na situação da área com topografia uniforme, é considerado bom. As pressões medidas no início e no final de cada linha de tubo gotejador, praticamente não diferiram, ficando em torno de 0,5 Kgf/cm². No entanto, observamos que as vazões, medidas nos pontos previamente marcados, variaram bastante, em função de causas localizadas.

A vazão média de 1,49 L/h é considerada bem próxima da vazão nominal do emissor, que é de 1,55 L/h. As pequenas variações observadas, devem-se provavelmente a vazamentos verificados na área de plantio e a entupimento de alguns emissores, seja pela intrusão de raízes ou provocados pela própria qualidade da água utilizada (matéria orgânica), embora submetida a processo de filtragem no sistema. Vale lembrar que a pesquisa foi efetuada em uma área de plantio comercial, com todas as variações e limitações inerentes a essa condição.

Quadro 1. Vazões médias (L/h) dos emissores selecionados para avaliação do desempenho do sistema de irrigação, Paraipaba – CE, 2001.

Posição do Emissor no Tubo Gotejador	Média do Tubo Gotejador Inicial	Média do Tubo Gotejador a ¹ / ₃ do Início	Média do Tubo Gotejador a ² / ₃ do Início	Média do Tubo Gotejador no Final	Média
*Primeiro emissor do tubo gotejador.	1,44	1,56	1,39	1,40	1,45
* Emissor a ¹ / ₃ do início do tubo gotejador	1,40	1,64	1,56	1,50	1,53
* Emissor a ² / ₃ do início do tubo gotejador	1,47	1,62	1,58	1,46	1,53
* Emissor no final do tubo gotejador.	1,37	1,50	1,46	1,54	1,47
Média	1,42	1,58	1,50	1,48	1,49

As características da irrigação na área experimental pouco diferiram daquelas dimensionadas no projeto original. A vazão média resultante de medições na área experimental foi de 1,49 L/h por emissor, bem próxima a 1,55 L/h por emissor, estipulada pelo fabricante, a uma pressão de 10 m.c.a.. A profundidade efetiva média do sistema radicular da cultura esteve próxima de 0,50 m, em condições de campo. A evapotranspiração real da cultura, para o período de máxima demanda, pode ser estimada ao redor de 5,0 mm/dia (Daker, 1984).

Quando a cultura atingiu o estágio adulto, as plantas ofereceram uma cobertura de aproximadamente 100%, em relação a área total cultivada, não afetando, portanto, a evapotranspiração da cultura. Assim, a lâmina líquida de 5,0 mm/dia pode ser considerada adequada para reposição diária das necessidades da cultura, no período de máxima demanda. Tomando-se como eficiência global do sistema o valor de 83,96%, uma lâmina bruta de aproximadamente 6,0 mm/dia, seria suficiente para suprir as necessidades da cultura e fazer face às perdas inevitáveis.

Na área de 20 hectares, a lâmina de 6,0 mm corresponde a um volume total de 1.200 m³. O volume a ser aplicado por emissor seria então de aproximadamente 6,0 litros para satisfação das necessidades diárias das plantas e das perdas inevitáveis. Com a vazão média por emissor de 1,49 L/h, encontrada para a área, um tempo de irrigação diário de 4 horas seria suficiente para repor o volume de água requerido e, portanto, confere com a estimativa do projeto original.

O perfil do solo apresenta uma predominância da fase arenosa em todos os horizontes, até a profundidade de 1,11 m. Nas diversas profundidades pesquisadas, a retenção de água pelo solo não deve diferir acentuadamente para as mesmas tensões. Uma curva de retenção de água típica para solos arenosos pode ser vista na Figura 3. Como o solo é arenoso, a capacidade de retenção de água é baixa, requerendo irrigações freqüentes. Com as irrigações freqüentes, a umidade do solo é sempre elevada, mesmo acima da capacidade de campo, o que propicia aproveitamento de parte dessa água não retida pelo solo (Bernardo, 1989).

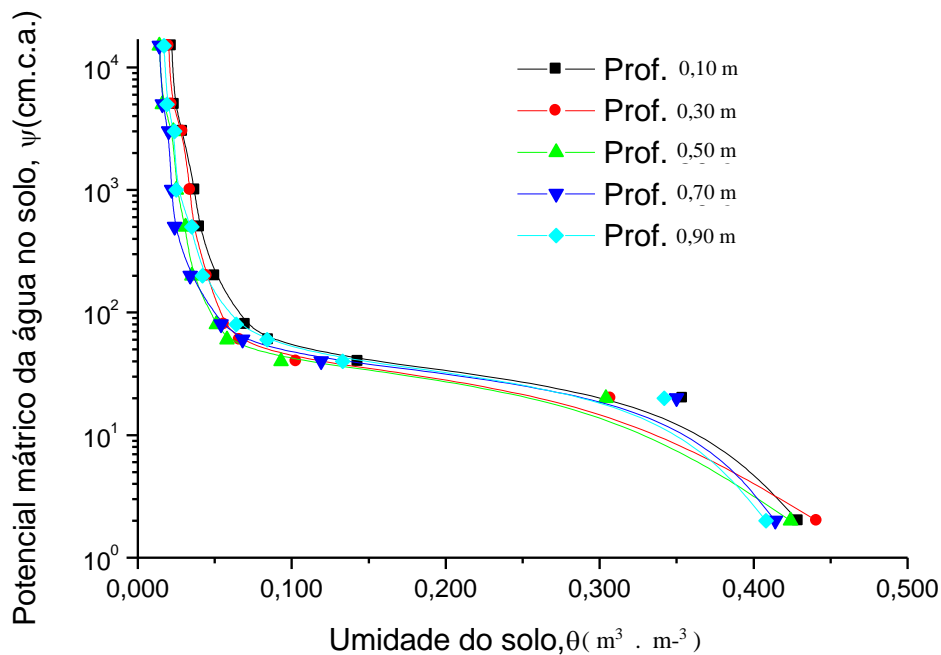


Figura 3 . Curva de retenção de água para solo arenoso , Tenório – 2000.

A Figura 4, caracteriza o perfil de umidade do solo, antes das irrigações, e as Figuras 5, 6, 7 e 8 apresentam o perfil de umidade após aplicações d'água por períodos de 1, 2, 3 e 4 horas. As curvas representam percentuais de umidade em relação ao peso do solo seco, obtidos após 24 horas de aplicação (tempo considerado suficiente para redistribuição da água no perfil do solo). A determinação dos bulbos úmidos foi feita em uma linha de tubo gotejador auxiliar, instalada ao lado da área de plantio, nas mesmas condições de solo da área irrigada.

A Figura 4 mostra a distribuição da umidade no solo até a profundidade de 1,00 m, antes das aplicações d'água. Nessa figura, podemos notar incremento na umidade do solo a partir da superfície.

A acumulação de água nas camadas subsuperficiais do solo se deve a precipitações naturais ocorridas antes das aplicações artificiais d'água e às pequenas perdas por evaporação na superfície do solo devidas à pouca ascensão capilar pela textura arenosa do solo em todos os horizontes.

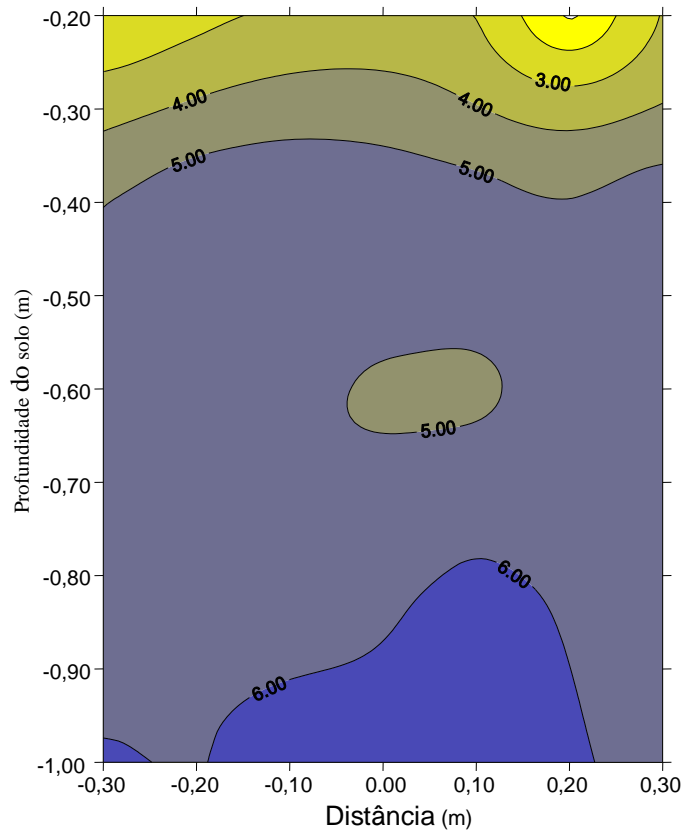


Figura 4. Perfil de umidade do solo antes da irrigação (as curvas representam a % de umidade com base em massa), Paraipaba – CE, 2001.

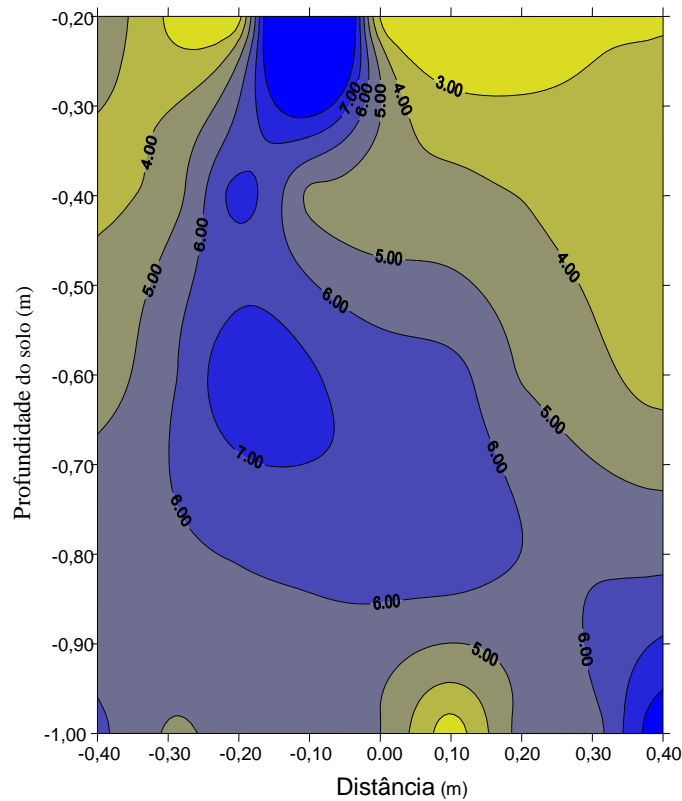


Figura 5 . Perfil de umidade do solo 24 horas após a aplicação de 1,55 L/h por um período de 1 hora (as curvas representam a % de umidade com base em massa), Paraipaba – CE, 2001.

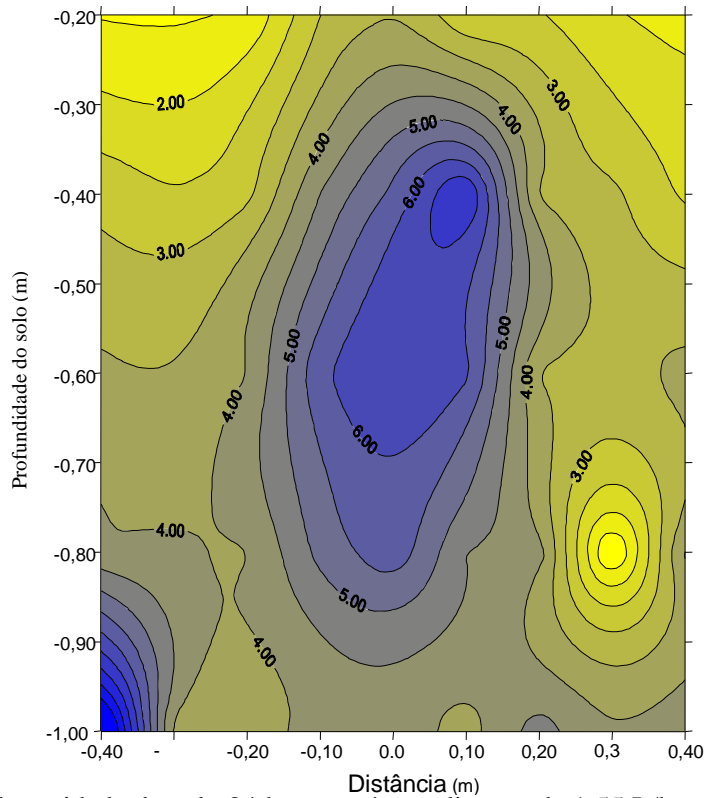


Figura 6 . Perfil de umidade do solo 24 horas após a aplicação de 1,55 L/h por um período de 2 horas (as curvas representam a % de umidade com base em massa), Paraipaba – CE, 2001.

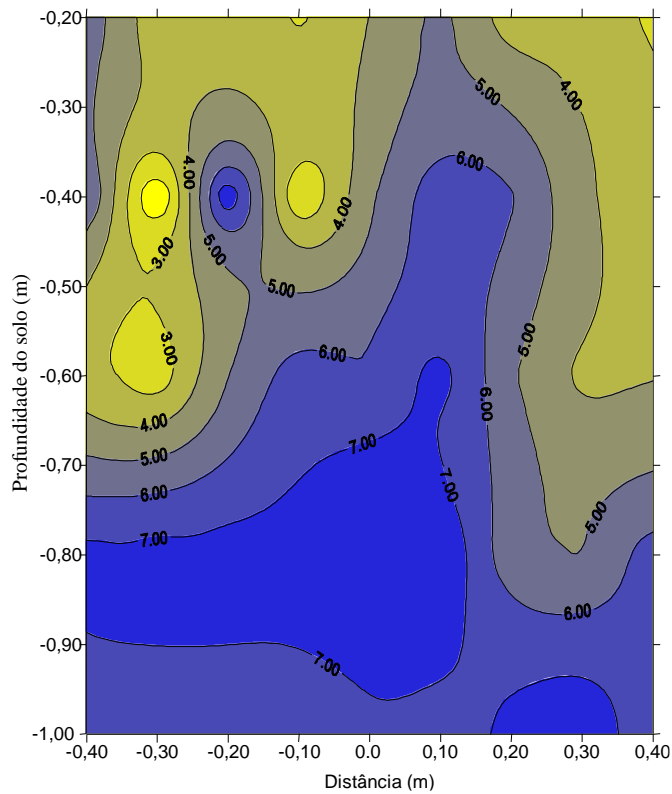


Figura 7. Perfil de umidade do solo 24 horas após a aplicação de 1,55 L/h por um período de 3 horas (as curvas representam a % de umidade com base em massa), Paraipaba – CE, 2001.

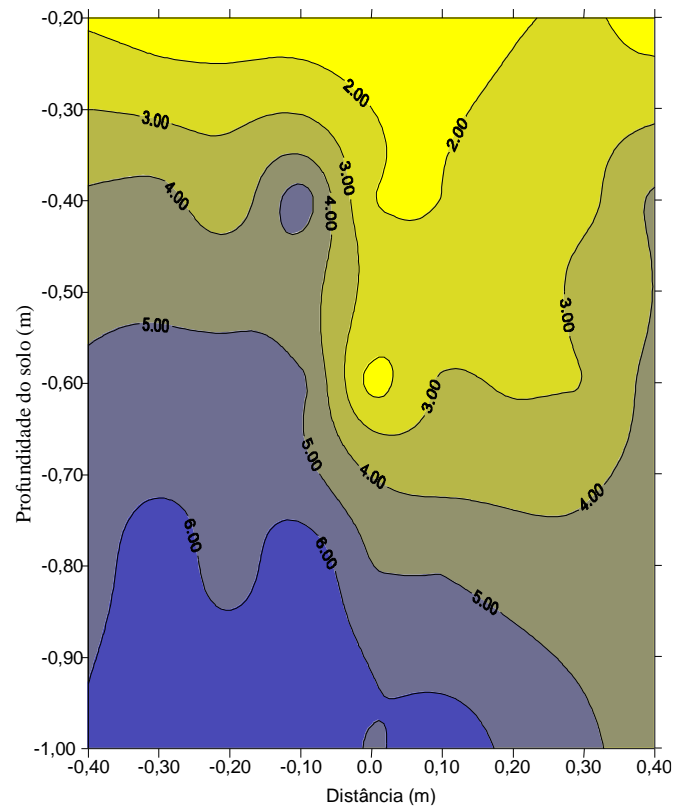


Figura 8 . Perfil de umidade do solo 24 horas após a aplicação de 1,55 L/h por um período de 4 horas (as curvas representam a % de umidade com base em massa), Paraipaba – CE, 2001.

A Figura 5 representa o perfil de umidade do solo após 24 horas da aplicação d'água por um período de 1 hora. Quando comparada às condições de umidade antecedentes do solo, podemos notar nesse perfil uma acumulação acentuada d'água nas proximidades do emissor. A medida que se afasta da posição do emissor, no sentido horizontal, o percentual de umidade decresce, se aproximando das condições antecedentes. Com o aumento da profundidade, o teor de água se mantém elevado no plano vertical correspondente a posição do emissor. Vale lembrar que nas condições do teste a área não era cultivada e, portanto, não havia plantas que propiciassem extração de água. Por outro lado, como o emissor estava situado a 0,30 m de profundidade e o solo é arenoso, quase inexístiam perdas por ascensão capilar e evaporação direta da superfície do solo.

Nas Figuras 6, 7 e 8 os perfis evidenciam uma tendência de aprofundamento do perfil úmido sem aumento considerável da maior umidade do solo (6 a 7%). O esperado era que esse teor de água aumentasse com o incremento de profundidade. No entanto, é possível que os teores máximos de água alcançados se aproximem da capacidade

máxima de retenção de água do solo. Como o solo, pela sua natureza arenosa, tem excelente condição de drenagem natural, é provável que a água tenha penetrado a profundidades maiores do que aquelas do perfil amostrado, não sendo portanto detectada.

As diferenças de distribuição d'água mostradas em todos os perfis se devem mais às condições diferenciadas naturalmente nos diversos locais de aplicação (canais biológicos do solo, presença diferenciada de material orgânico a diversas profundidades, descontinuidade da porosidade, etc.) do que propriamente aos diferentes tempos de aplicação. Isto se explica, pelo fato dos testes terem sido realizados em condições de campo, em uma área recentemente desbravada e sem um preparo minucioso do solo, contendo restos de raízes, orifícios biológicos no solo, etc. Isto também explica o fato de os teores de água mais elevados se afastarem, às vezes, dos eixos horizontal e vertical do emissor.

Um resumo estimativo dos dados dos perfis úmidos, após 24 horas de aplicação, pode ser visto no Quadro 5, para os diversos tempos de aplicação.

Quadro 2 . Resumo dos dados dos perfis úmidos, após 24 horas, para aplicações de 1, 2, 3 e 4 horas, Paraipaba – CE, 2001.

Tempo de Aplicação (hora)	Profundidade (cm)			
	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
	% Umidade	% Umidade	% Umidade	% Umidade
Antecedente	3 a 5	5	5	5 a 6
1	7	7	6 a 7	5 a 6
2	4 a 6	5 a 6	6 a 7	6 a 7
3	3 a 6	6	5 a 6	4 a 6
4	2 a 4	4 a 5	5 a 6	6

6 CONCLUSÕES

- O sistema de microirrigação por gotejamento apresentou boa uniformidade e eficiência de irrigação.
- O estudo da distribuição de água no perfil do solo evidenciou perdas de água por percolação.

DAKER, A. *Água na agricultura: irrigação e drenagem*. 6. ed., Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. v.3, 543p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FAO. *Localized irrigation*. Roma, 1984. 203p. (Irrigation and drainage paper, 36).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. – *Manual de irrigação*. 5 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 596 p.

CARVALHO, L. C. C; GRAÇA, L. R. Produtividade agrícola da cana-de-açúcar no Estado do São Paulo. *Brasil Açucareiro*, v.88, p.36-59, 1976.

LEMOS, R.C., SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta do solo no campo*. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1996. 84p.

MUNSELL COLOR COMPANY. *Munsell soil color chart*. Baltimore, 1946. 22p.