

Fibra de sisal como envoltório na drenagem agrícola

Sisal fiber wrap as in agricultural drainage

Viviane F. Silva¹, Alba L. de A. Paiva², Aline C. Ferreira², José G. de V. Baracuhy³, Patrício B. Maracajá⁴

Resumo-O trabalho foi realizado objetivando analisar o desempenho do sistema de drenagem com fibra de sisal envolto orgânico como material alternativo. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Campina Grande. Usando-se um sistema experimental composto de nove tanques construídos de alvenaria e impermeabilizados internamente. Os tratamentos foram dispostos em um arranjo fatorial com três tipos de tubos, Drenoflex, Kananet e tubo de PVC liso próprio para Esgoto envolto com fibra de sisal num delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Foram avaliados a carga hidráulica de entrada (*he*), fluxo(*q*) e resistência de entrada(*re*) e analisados estatisticamente, utilizando-se o software ASSISTAT. A comparação dos tubos Drenoflex, PVC liso e Kananet envolto com fibra de sisal, as médias da carga hidráulica na entrada para os tubos variando os valores de 0,40486 a 0,35543, sendo significativo para o tubo Kananet, devido possuir furos maiores facilitando assim a passagem da água pelo tubo. E em relação à resistência de entrada na interação entre os tubos drenantes e a fibra de sisal diferiu estatisticamente com o tubo PVC liso. O desempenho do sistema drenante com envolto de fibra de sisal é considerado muito bom.

Palavras – chave: material alternativo, envolto orgânico, tubo-dreno.

Abstract- The investigation was carried out to analyze the performance of the drainage system with organic wrapped sisal fiber as an alternative material. The survey was conducted in the Laboratory of Irrigation and Drainage Engineering, Federal University of Campina Grande. Using a compound experimental system of nine tanks constructed of masonry and sealed internally. The treatments were arranged in a factorial arrangement with three types of tubes, Drenoflex, Kananet and PVC tube itself to smooth Sewer wrapped with sisal fiber in a completely randomized design with three replicates. Hydraulic loading rate (*h*) flow (*Q*) and the input resistor (*Re*) was measured and statistically analyzed using the software ASSISTAT. Comparison of Drenoflex, smooth PVC and Kananet tubes wrapped with sisal fiber, the averages of the hydraulic head at the entrance to the pipes varying the values of 0.40486 0.35543, being significant for Kananet tube, because having larger holes thus facilitating the passage of water through the tube. And compared to the input resistance in the interaction between the drainage tubes and sisal fiber differ statistically with smooth PVC pipe. The performance of the drainage system wrapped with sisal fiber is considered very good.

Key - words: alternative materials, organic wrapped, drain tube.

autor para correspondência

Recebido para publicação em 10/09/2013; aprovado em 30/05/2014

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: flordeformosur@hotmail.com End.: Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109-970, Campina Grande, PB. Tel.: (83) 2101-1491.

² Graduada em ciência econômica pela UFPB e-mail: albaligia2008@hotmail.com.

³ Doutora em Engenharia Agrícola. E-mail: alinecfx@yahoo.com.br.

³ Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG e-mail: geraldobaracuhy@yahoo.com.br;

⁴ Prof. D. Sc. da UFCG – CCTA – UAGRA – PPGSA E – mail: patricio@ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

Áreas de irrigação situadas em região semiárida, onde os índices de evaporação da água são elevados à utilização de drenagem é essencial. Devido o contato com os elementos minerais encontrados no solo, a água forma uma solução que ao evaporar-se causam a salinização, e consequentemente, uma elevada perda da produção, podendo inclusive desertificar a região (BIDIM, 2011).

Os sistemas de drenagem são importantes para evitar o escoamento superficial evitando a erosão propiciando a percolação de parte das águas de chuva ou excedentes de irrigação, reduzindo perdas de solo, nutrientes e a salinização do solo. Para a recuperação de áreas salinizadas, os drenos são colocados bem profundos para que ocorra a lavagem do solo através do transporte do sal pela percolação da água. Lima (2008), diz que a drenagem é um processo de remoção do excesso de água dos solos de modo que lhes dê condições de aeração, estruturação e resistência.

A utilização de envoltórios na tubulação de drenagem tem o intuito de facilitar o fluxo de água do solo para o tubo. Durante muito tempo tem sido usado como material filtrante. Para evitar o carreamento de partículas de solo para o interior da tubulação variedades de material são colocados em torno de drenos entubados. Alguns materiais são resíduos industriais ou agroindustriais visando um destino final adequado melhorando a qualidade da drenagem da área com custos reduzidos.

Diversos problemas na drenagem foram associados à utilização de material natural inorgânico, como, cascalho e areia grossa, principalmente em relação ao alto custo de transporte e escassez desses materiais. Além de serem materiais pesados e volumosos, dificultando seu manuseio durante a instalação do sistema de drenagem. Os materiais orgânicos, embora mais leves e menos volumosos, são biodegradáveis e, consequentemente, podem ter vida útil curta sob certas condições de intempérie (SALEM & WILLARDSON, 1992).

O envoltório pode ser constituído de material mineral, sintético ou orgânico (Batista et al., 1998). Materiais orgânicos, inclusive resíduos como palhas de arroz, fibras de coco e folhas podem ser usados como envoltórios, muitos desses produtos têm apresentado segundo Stuyt & Dierickx (2006) desempenho hidráulico superior aos materiais utilizados comercialmente.

Os sistemas de drenagem agrícola são dimensionados de forma simples e econômica, utilizando envoltórios orgânicos que são resíduos gerados pelas agroindústrias, buscando alternativa de utilização adequada ao material que antes era descartado. Considerando-se a relevância do desenvolvimento sustentável na agricultura irrigada, objetivou-se com a pesquisa analisar o desempenho do sistema de drenagem envolto com fibra de sisal.

MATERIAL E METODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Campina Grande (Campus I, UAEAg - CTRN). Usando-se um sistema experimental composto de nove tanques construídos de alvenaria e impermeabilizados internamente. Cada tanque medindo 0,8 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,9 m de altura, aplicável a uma condição de fluxo bidimensional tal como a condição mais usual de campo.

Na parede frontal da parte externa de cada tanque foram instaladas três mangueiras plásticas transparentes e flexíveis acopladas ao sistema de drenagem, para avaliar as cargas hidráulicas no interior e na vizinhança do sistema de drenagem.

Os tanques eram abastecidos por um reservatório de cimento amianto com capacidade de 1.000 L, com bóia para manter constante o nível da água no reservatório. A água era distribuída de forma controlada aos tanques mediante um pequeno sistema hidráulico constituído de tubos de PVC de 20 mm. Cada tanque dispunha de um registro de passagem.

O material poroso utilizado nos ensaios constituiu-se de areia seca ao ar, cessada em uma peneira de malha com abertura de 2,0 mm, pesada e distribuída nos tanques, aleatoriamente, até a obtenção de um volume de 0,32 m³ por tanque e uma espessura de 0,4 m. A condutividade hidráulica do material poroso usado no experimento foi de aproximadamente 27 m.dia⁻¹, sob condições de regime permanente.

Quanto à porosidade drenável (μ), para a determinação desta variável utilizou-se a equação 1 baseada na densidade global, densidade das partículas e umidade volumétrica à capacidade de campo, conforme abaixo:

$$\mu = \left(1 - \frac{dg}{dr} \right) - \theta_{cc} \quad (1)$$

em que:

μ = porosidade drenável, adimensional;

dg = densidade global, em g.cm⁻³;

dr = densidade real, em g. cm⁻³;

θ_{cc} = teor de umidade do solo na capacidade de campo, em cm³.cm⁻³.

Os sistemas de drenagem foram confeccionados utilizando-se tubo de comprimento de 0,6m e envoltórios. Cada sistema era disposto horizontalmente, centralizado e nivelado a 10,0 cm do fundo do tanque. Foram avaliados nove sistemas drenantes e por se dispor de apenas nove tanques, onde em cada etapa eram testados três diferentes tubos e um único material envoltório, cada um com três repetições. Avaliou-se os sistemas compostos pelos tubos

Drenoflex, tubo de PVC liso e Kananet usando como envoltório o material fibra de sisal.

Os tubos Drenoflex e Kananet são materiais convencionalmente usados na drenagem, sendo o Drenoflex um tubo de 65,0 mm de diâmetro nominal com corrugações paralelas e o Kananet um tubo de 75,0 mm de diâmetro nominal, com distribuição uniforme dos furos por todo o perímetro das corrugações de forma helicoidal. O tubo de PVC liso com diâmetro nominal de 50,0 mm é

convencionalmente usado para esgoto. Nesta pesquisa, este tipo de tubo foi utilizado como material alternativo.

Nos tubos de PVC liso foram feitos 729 furos distribuídos em 9 filas, distanciados um do outro em aproximadamente 12,0 mm na longitudinal, de tal forma que uma unidade métrica de tubo dispusesse de 23,0 cm² de área aberta total. Os furos foram produzidos por meio de brocas de 2,0 mm de diâmetro, utilizando-se um procedimento manual. Na Tabela 1 encontram-se as especificações dos materiais drenantes.

Tabela 1 - Características dos materiais drenantes utilizados

Materiais drenantes	Diâmetro Nominal (mm)	Área de entrada (cm ² .m ⁻¹)
Drenoflex	65,0	23,0
PVC liso	50,0	23,0
Kananet	75,0	110,0

Na colocação do material envoltório, fibra de sisal, foram utilizadas duas placas de Duraplac com dimensões 0,76 x 0,35 x 0,03 m, distanciadas a 0,10 m a partir do tubo drenante, que serviram de gabarito na colocação do envoltório. Os tratamentos receberam um volume de 0.050 m³ de envoltório, ficando este com uma espessura de 0,10 m, envolvendo em todo o tubo drenante. Após atingir a espessura predeterminada, o gabarito foi, cuidadosamente, retirado e completou-se o volume com o material poroso.

Os tratamentos foram dispostos em um arranjo fatorial com três tipos de tubos, Drenoflex, Kananet e tubo de PVC liso próprio para Esgoto e envolto com fibra de sisal num delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

O fluxo foi avaliado no ponto de descarga de cada tanque. O teste era realizado quando o material poroso encontrava-se saturado, o qual era constatado pelo posicionamento dos níveis hidráulicos nos piezômetros. Neste momento, o dreno era aberto, individualmente, de modo que houvesse o rebaixamento do nível freático e fossem feitas as medições das cargas hidráulicas de entrada, total e a coleta do volume d'água em intervalos de tempo de descarga. Procedeu-se desta maneira até que fosse verificada uma descarga mínima em cada sistema drenante.

O tempo de descarga durou, em média, 1 hora e 30 minutos por tanque. Recipientes plásticos (baldes) foram utilizados para recolher o volume drenado, que eram posteriormente pesados em uma balança eletrônica (FILIZOLA) com resolução de 5,0g e capacidade máxima para 30,0 kg, transformando-se o resultado em volume. O registro do tempo de descarga foi marcado com um cronômetro digital, sendo que o intervalo de tempo entre uma leitura e outra foi de 3; 5; 7; 10; 12; 15; e 17 minutos para os tempos de descarga de 39; 46; 56; 70; 89; 144 e

179 segundos respectivamente. Na determinação desta variável utilizou-se a equação 2.

$$q = 86.400 \frac{V}{t} * 2 \quad (2)$$

q = fluxo, em m³. dia⁻¹.m⁻¹;

V = volume de água coletado, em m³;

t = tempo de coleta do volume d'água, em s;

2 = fator de ajuste, porque q é a descarga por unidade de comprimento de dreno e considerou-se 0,5 m de comprimento útil do tubo drenante.

Quando se trata de avaliar o rendimento de tubo de drenagem, a componente resistência de entrada constitui um parâmetro importante como valor independente e como fração da carga hidráulica total. Esta variável foi calculada mediante a seguinte equação, sugerida por Wesseling e van Someren (1972) :

$$re = \frac{he}{q * L^{-1}} \quad (3)$$

em que:

re = resistência de entrada, em dia.m⁻¹;

he = carga hidráulica na entrada, em m;

q = descarga do dreno, em m³.dia⁻¹.m⁻¹;

L = comprimento do sistema drenante, em m.

A avaliação do desempenho dos sistemas de drenagem, segundo Wesseling & van Someren (1972), leva em consideração os valores de resistência de entrada (*re*) e do fator de resistência de entrada (α).

Os dados referentes a carga hidráulica de entrada (*he*) e resistência de entrada (*re*) foram relacionados e analisados estatisticamente, utilizando-se o software ASSISTAT versão 7.6 beta (Silva 2014), com o propósito de avaliar o efeito dos tratamentos nos parâmetros hidráulicos, mediante o emprego das médias aritméticas, conforme sugestões apresentadas por Dieleman & Trafford (1976).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação dos tubos Drenoflex, PVC liso e Kananet envolto com fibra de sisal, verificam-se na tabela 2 as médias da carga hidráulica na entrada para os tubos variando os valores de 0,40486 a 0,35543, sendo significativo para o tubo Kananet, isso se dá devido o tubo possuir furos maiores facilitando assim a passagem da água pelo tubo. Quanto maior a carga hidráulica de entrada maior será o fluxo de passagem da água no tubo, como a maior carga hidráulica foi o tubo de PVC liso possuindo assim uma entrada de fluxo maior.

Tabela 2 - Valores médios da carga hidráulica de entrada (*he*), em m, em relação aos tubos drenantes com envoltório fibra de sisal

Tubos	
Drenoflex	0,40486 a
PVC liso	0,41264 a
Kananet	0,35543 b

Verificam-se na tabela 3 os valores da média da resistência de entrada, que na interação entre os tubos drenantes e a fibra de sisal diferiu estatisticamente com o tubo PVC liso.

Tabela 3 – Valores médios da resistência de entrada (*re*), em dia.m⁻¹, em relação aos materiais drenantes com o material envoltório fibra de sisal

Médias da resistência de entrada do sistema drenante com envoltório fibra de sisal (dia m ⁻¹)	
Drenoflex	0,0349 b
PVC liso	0,0594 a
Kananet	0,0276 b

No estudo do material envoltório na drenagem subterrânea Almeida et al., 2005, relata a respeito da semelhança na resistência de entrada na comparação dos tubos de Drenoflex e Kananet com os envoltórios bidim (0,0120 e 0,0121) e brita zero (0,0066) e para o envoltório

Espuma, o tubo Drenoflex apresentou maior resistência (0,0086). Quando comparado com os resultados obtidos com o uso da fibra de sisal a resistência de entrada do tubo Drenoflex, PVC liso e Kananet (0,0349, 0,0594 e 0,0276) são aproximados aos adquiridos pelos envoltórios bidim.

A utilização de pneus usados como envoltório de tubos drenantes como na pesquisa sobre sistemas drenantes alternativos para utilização na agricultura realizada por Moraes et al. (2007), com os mesmos materiais drenantes (Drenoflex, PVC liso e Kanonet) mas com raspa de pneus usados verificou-se que a resistência de entrada foram considerados muito bons.

Almeida et al.(2005) avaliando os envoltórios em manta bidim OP-20, brita zero e espuma encontrou um desempenho hidráulico satisfatório. Os envoltórios de sisal e raspas de borracha provenientes de sandálias inibiram, visualmente, a entrada de partículas do material poroso para o interior dos tubos Drenoflex, PVC liso e Kanonet sendo o envoltório em brita zero superior, seguido do material espuma. O autor salienta que a espuma, produto sintético à base de poliuretano, pode ser utilizada como opção para material envoltório na drenagem, apresentando, inclusive, desempenho hidráulico superior ao envoltório em manta bidim OP-20.

CONCLUSÃO

O envoltório de processamento de fibra de sisal verifica-se que o tubo de PVC liso tem uma maior resistência de entrada. Os tubos Drenoflex e PVC liso podem ser utilizados na drenagem subterrânea;

A avaliação do sistema de drenagem envolto com fibra de sisal é considerada muito boa.

O tubo PVC liso, próprio para esgoto, é o mais fácil de encontrar no mercado e, conseqüentemente, o de menor custo.

A utilização de materiais residuais de agroindústrias como envoltório orgânico é uma alternativa viável e benéfica ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. P.; LIMA, V. L. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; PORDEUS, R. V. Material envoltório na drenagem subterrânea. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.671-676, set./dez. 2005.

BATISTA, M.de J.; NOVAES, F.de; SANTOS, D.G. dos & SUGUINO, H.H. *Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização dos solos*. Brasília: SRH, 1998. 203 p.

BIDIM Atividade- Departamento Técnico. Execução de drenagem agrícola com Geotêxtil bidim como envoltório dos Tubos-drenos, nos projetos de Irrigação maniçoba e curaçá da Codevasf. Revisado JANEIRO 2011- Departamento Técnico Mexichem Bidim Ltda.

DIELEMAN, P.J. & TRAFFORD, B.D. Ensayos de drenaje. In: Irrigation and Drainage, paper nº 28. FAO/ONU, Roma, 1976. 172 p.

LIMA, L. A. Drenagem de Terras Agrícolas, ENG 158/UFLA, 2008.

MORAIS, H. M. B.; SILVA, M. S.; DANTAS, J.; LIMA, V. L. A. Sistemas drenantes alternativos para utilização na agricultura. Revista de Biologia e Ciências da Terra [Online] 2007, 7 (segundo semestre) : [Data de consulta: 13 / febrero / 2014] Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50007222>> ISSN 1519-5228.

SALEM, H.EL-S.; WILLARDSON, L.S. Comparison of the performance of thick and thin envelope materials. In: INTERNATIONAL DRAINAGE SYMPOSIUM, 6., 1992, Michigan. *Proceedings...* St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1992. p.411- 18. (Drainage and Water Table Control).

SILVA, F. de A.S. e. ASSISTAT versão 7.6 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 20 JAN.2014.

STUYT, L. C. P. M & DIERICKX W. Design and performance of materials for subsurface drainage systems in agriculture. Agriculture Water Management, v.86, p.50-59. 2006.

VAN SOMEREN, C.L. Drainage materials. In: Drainage materials. Rome: FAO. 1972. p.1-25. Irrigation and Drainage.

WESSELING, J. & van SOMEREN, C.L. Drainage Materials. Provisional Report of the experience gained in the Netherlands. In: Drainage Materials. FAO/ONU Irrigation and Drainage Paper 9, 1972. p. 55 - 83.