



Modelagem da infiltração de água no solo em cultivo de feijão no semiárido Pernambucano com simulador de chuvas ⁽¹⁾.

Thais Emanuelle Monteiro dos Santos⁽²⁾; **Edivan Rodrigues de Souza**⁽³⁾; **Abelardo Antônio de Assunção Montenegro**⁽³⁾; **Fábio Ferreira da Silva**⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Professora; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Pernambuco; thaisemanuelle@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Estudante; curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO: A infiltração de água no solo pode ser medida em campo ou estimada por modelos matemáticos que podem ser empíricos ou teóricos de base física. O objetivo do presente trabalho foi de comparar modelos empíricos de previsão da velocidade de infiltração de água no solo com os dados obtidos em campo utilizando um simulador de chuvas, em diferentes sistemas de cultivo do feijão. Os modelos matemáticos avaliados foram: Kostiakov-Lewis e Horton. Os testes de infiltração foram realizados em seis tratamentos: feijão cultivado segundo curvas de nível (FN) associado a fileiras de pedra, espaçadas de 1,0 m; feijão cultivado morro abaixo (MA); feijão cultivado em nível, com cobertura morta (CM); solo descoberto (SD); e solo com cobertura vegetal nativa (CN) em quatro repetições. A taxa de infiltração básica de água no solo foi de 53,3 mm h⁻¹, para o tratamento cobertura vegetal natural, enquanto que para a condição morro abaixo o valor foi de 9,49 mm.h⁻¹. A equação que apresentou menores valores de erro padrão, ou seja, que mais se ajustou foi a de Kostiakov-Lewis.

Termos de indexação: manejo do solo, modelos empíricos, chuva artificial.

INTRODUÇÃO

O desencadeamento de processos hidrológicos como o escoamento superficial, a erosão e o transporte de solutos são controlados pela variabilidade da infiltração de água no solo, que é influenciada pela heterogeneidade espacial do relevo e do solo e pelas alterações espacial e temporal do uso do solo e da variação climática (Barros et al., 2014).

A modelagem é uma importante ferramenta no desenvolvimento de avaliações e planejamento de medidas de controle de um referido fenômeno. A infiltração de água no solo pode ser medida em campo ou estimada por modelos matemáticos que podem ser empíricos ou teóricos de base física. Os empíricos têm a vantagem de permitir relacionar os parâmetros do modelo a características do solo, sem que estes obrigatoriamente tenham significado

físico, e englobar na determinação de suas constantes fatores que são difíceis de ser considerados nos modelos teóricos (Brandão et al. 2006; Mirzaee et al., 2014).

Devido à importância da infiltração de água do solo foram desenvolvidos modelos matemáticos para descrever o processo, destacando-se os de Kostiakov-Lewis, Horton, Holtan, Green e Ampt e Philip (Brandão et al., 2006). Santos et al. (2014) testaram os modelos de Kostiakov-Lewis, Horton e Philip e observaram que o modelo de Horton foi o mais adequado para representar o comportamento da taxa de infiltração de água no solo. Já Mirzaee et al. (2014) testando os modelos de Kostiakov, Horton, Kostiakov modificado e Kostiakov modificado revisado (KMR) em solos com diferentes classes texturais observaram que o modelo KMR apresentou a melhor performance para a maioria do solos estudados.

O Brasil ainda se apresenta carente de dados que forneçam suporte aos modelos que abordam estudos de infiltração, principalmente na região semiárida, que devido a elevada variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas requer estudos mais detalhados. Decorre assim, a necessidade de se investir em medição, monitoramento, e compreensão aprofundada dos processos hidrológicos, a exemplo da investigação sobre a infiltração de água no solo em diferentes coberturas do solo.

O objetivo do presente trabalho foi de comparar modelos empíricos de previsão da velocidade de infiltração de água no solo com os dados obtidos em campo, utilizando um simulador de chuvas, em diferentes sistemas de cultivo do feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de campo foi conduzido no semiárido pernambucano, no município de Pesqueira, na Bacia Representativa do Riacho Mimoso, pertencente à bacia do Rio Ipanema, em sua porção Ocidental mais a montante. Localiza-se entre 8° 34' 17" e 8° 18' 11" de Latitude Sul, e 37° 1' 35" e 36° 47' 20" de Longitude Oeste. A precipitação média anual na região é de 607 mm, com temperatura



média de 23°C e evapotranspiração de cerca de 2000 mm. A vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila, cactáceas e bromeliáceas (Montenegro & Montenegro, 2006).

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos, com quatro repetições cada, foram: feijão cultivado segundo curvas de nível (FN) associado a fileiras de pedra, espaçadas de 1,0 m, com aproximadamente 8 cm de altura, entre as fileiras do feijão; feijão cultivado morro abaixo (MA); feijão cultivado em nível, com cobertura morta (CM), tendo sido utilizada palha de feijão, distribuída uniformemente na parcela; solo descoberto (SD); e, finalmente, solo com cobertura vegetal nativa (CN), a qual se encontrava com 100% de cobertura vegetal. A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) estava na fase de florescimento, no 35^o dia, tendo sido cultivado no espaçamento de 0,50 x 0,20 m.

Análise estatística

Para a modelagem da infiltração foram utilizados os modelos de infiltração propostos por Kostiakov-Lewis (Eq. 01) e Horton (Eq. 02)

$$I = K t^{\alpha} + i_f t \quad (01)$$

$$I = i_f + (i_i - i_f) \exp(-i_f t) \quad (02)$$

Nas equações de Kostiakov-Lewis, k e α são constantes que dependem do solo e das suas condições iniciais, as mesmas foram obtidas pelo ajuste exponencial entre a infiltração acumulada e o tempo; i_i e i_f são a infiltração inicial e final, respectivamente; I (mm) é a infiltração acumulada.

Foi calculado o erro padrão das médias dos valores estimados de infiltração pela equação 03:

$$EP(\%) = (\text{Desv. pad}) / \sqrt{n} \times 100 \quad (03)$$

onde: EP- erro padrão; n - número de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros utilizados nas equações (Tabela 1), assim como o erro padrão das estimativas. Considerando que quanto menor o erro padrão, melhor é o ajuste do modelo, pode-se observar dentre os modelos de infiltração avaliados que, de uma forma geral, o modelo de Kostiakov-Lewis foi o que melhor se ajustou aos dados, uma vez que apresentou os menores valores de erro padrão para todos os sistemas de manejo adotados. De forma isolada, o tratamento cobertura natural foi o que apresentou menores valores de erro padrão para os modelos Kostiakov-Lewis, e Horton.

O modelo de Kostiakov-Lewis apresentou valores

de coeficiente de determinação satisfatórios para todos os tratamentos adotados, valores estes acima de 0,88, chegando a próximo de um para a condição de cobertura natural. Este modelo representou bem o início do processo, com valores mais próximos dos dados observados, talvez porque elimina a deficiência da taxa de infiltração tender a zero representada no modelo de Kostiakov (Bradão et al., 2006).

O modelo de Horton não apresentou boa representação para a condição de solo descoberto, com valor de coeficiente de determinação igual a 0,50, porém para as demais condições de cobertura do solo, o modelo apresentou bom desempenho. Paixão et al. (2009) ao analisar o desempenho de modelos empíricos de previsão da velocidade de infiltração, comparando com os dados obtidos em campo por meio do infiltrômetro de anel, verificaram que o modelo de Horton foi o que apresentou os melhores resultados das estimativas. Já para os resultados encontrados por Cunha et al. (2011), que compararam os modelos de Kostiakov, Kostiakov-Lewis e Horton, o modelo de Horton foi o que apresentou menor desempenho, com coeficiente de determinação de 0,79, para a condição avaliada, cultivo mínimo.

CONCLUSÕES

As taxas de infiltração básica foram menores para os sistemas que não adotaram práticas de conservação do solo. O solo descoberto apresentou taxa de 4,84 mm.h⁻¹, enquanto que o cultivo do feijoeiro morro abaixo apresentou valor de 9,49 mm.h⁻¹, estes valores diferiram da condição de cultivo com cobertura morta cujo valor de taxa de infiltração final foi de 37,42 mm.h⁻¹.

O modelo de infiltração que melhor se ajustou aos dados foi o de Kostiakov-Lewis, apresentando os menores valores de erro-padrão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro do CNPq e FACEPE (Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco).

REFERÊNCIAS

BARROS, C.A.P.; MINELLA, J.P.G.; TASSI, R.; DALBIANCO, L.; OTTONELLI, A.S. Estimativa da infiltração de água no solo na escala de bacia hidrográfica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38:557-564, 2014.



BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; DILVA, D. D. Infiltração da água no solo. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006, 120p.

CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, C. A.; COELHO, M. E. H.; FONTES, L. O.; SILVA, M. G. O.; SILVA, I. N. Velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de cultivo mínimo. Agropecuária Científica no Semiárido, 7: 30 – 35, 2011.

DA PAIXÃO, F.J.R.; ANDRADE, A.R.S.; DE AZEVEDO, C.A.V.; COSTA, T.L.; GUERRA, O.C. Ajuste da curva de infiltração por meio de diferentes modelos empíricos. Pesquisa Avançada & Agrotecnologia, 2:107-112, 2009.
MIRZAEI, S.; ZOLFAGHAR, A. A.; GORJI, M.; DYCK, M.; GHORBANI DASHTAKI, S. Evaluation of infiltration models with different numbers of fitting parameters in different soil texture classes . Archives of Agronomy and Soil Science, 60:681-693, 2014.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, 10:30-37, 2006.

SANTOS, M. A. N.; PANACHUKI, E.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Water infiltration in na Ultisol after cultivation of common bean. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.1612-1620, 2014.

Tabela. 1. Valores dos parâmetros dos modelos empíricos de Kostiakov-Lewis e Horton.

Parâmetro	Tratamento					
	Feijão CM	Feijão MA	Feijão em nível	Feijão em nível 2	Cobertura natural	Solo descoberto
Kostiakov-Lewis						
α	1,1454	0,6308	0,4116	0,8055	0,4323	0,6806
K	6,3779	27,54	37,62	22,583	0,000004	16,14
i_f	37,42	9,49	3,64	27,87	53,16	4,84
EP(%)	28,17	43,18	33,14	39,69	2,86	27,34
Horton						
i_f	37,42	9,49	3,64	27,87	53,16	4,84
i_i	54,32	53,69	49,63	60,2	54,54	35,24
t	0,006	0,021	0,028	0,009	0,001	-0,03
EP(%)	169,84	362,05	351,64	251,66	19,55	414,81

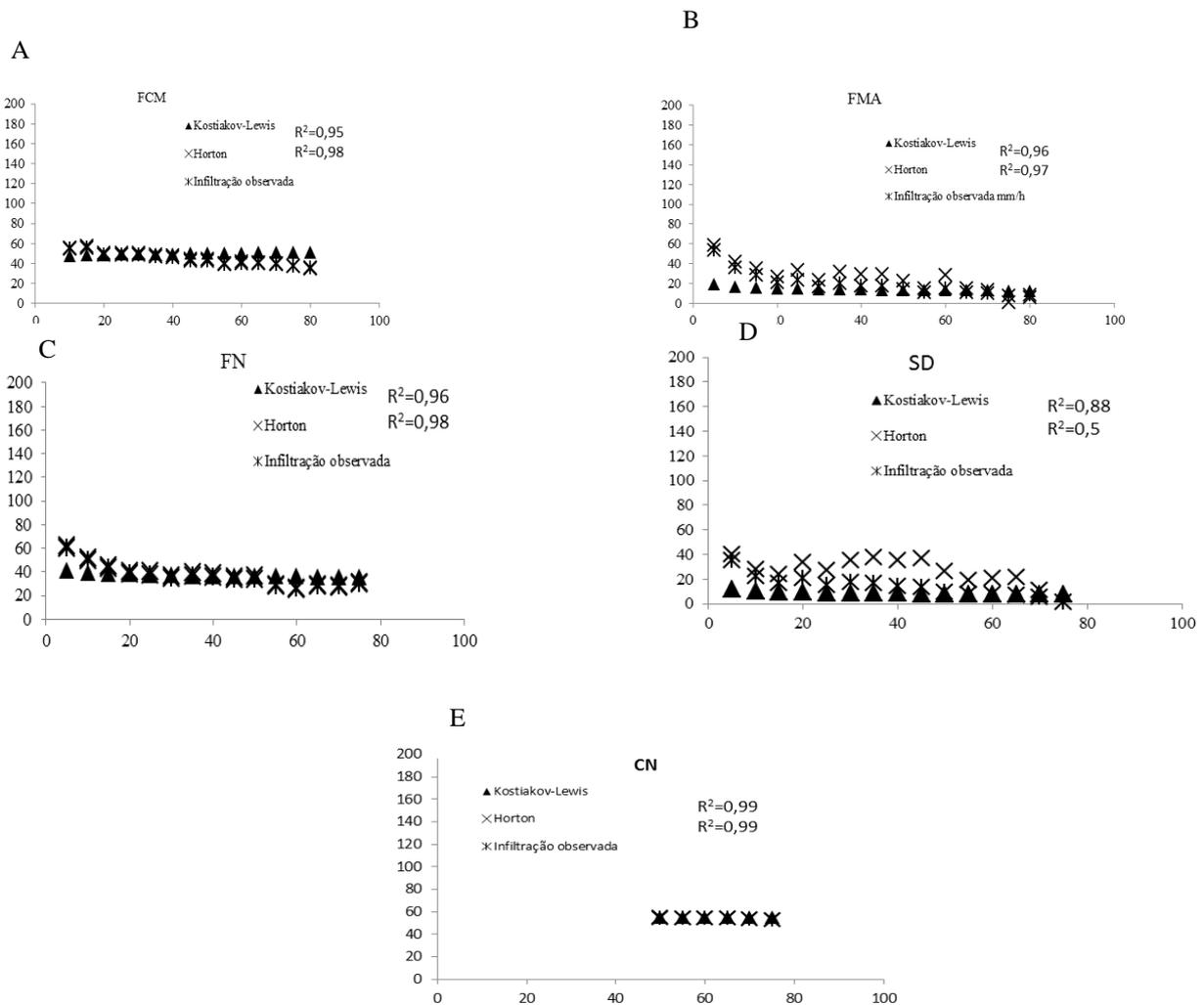


Figura 1 – Média da infiltração observada e estimada pelos modelos de Kostiakov-Lewis e Horton nos seguintes tratamentos: A. Feijão com cobertura morta (FCM), B. Feijão cultivado morro abaixo (FMA), C. Feijão cultivado em nível (FN), D. solo descoberto (SD), E cobertura natural (CN).