



TRABAJOS TÉCNICOS

XXXIV CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL DE AIDIS

2 - 6 NOVIEMBRE 2014 - MONTERREY, MÉXICO



TEMA 03

RECURSOS HÍDRICOS

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO NO CULTIVO DE OLIVEIRAS NO URUGUAI

INFILTRATION OF WATER THE SOIL FOR THE CULTIVATION OF OLIVES IN THE URUGUAY

Helenesio Cabral^{1*}
Claudio García²
João Batista Dias de Paiva¹
Manuel Moura²
Tatiana Taschetto³
Camila Ribeiro¹
Róbson Ilha¹
Marielle Medeiros¹

Abstract

The knowledge of soil water infiltration is key to the solution of problems in the areas of irrigation and drainage, water conservation and soil and control of surface runoff. Thus, understanding the process of infiltration and its relation to soil properties are of great importance to management of soil and water. In this context the main objective of this study was to examine the rates of infiltration in three Brazilian states, determining the rate of water infiltration in soils with different physical characteristics from data obtained by the double concentric rings infiltrometer by model Kostiakov. The study was conducted in three cities-producing trees in Uruguay. We performed three repetitions in a randomized design. Soil samples were collected with a deformed structure and preserved and transported to the Department of Lands National Institute of Agricultural Investigation - Las Brujas. For soil texture analysis method was used for the pipette. The distribution of stable aggregates cleaning was done by the method of sieves. The rate of water infiltration into the soil was determined by the method of double concentric rings. It was observed that water infiltration in soil is influenced by the silt content, bulk density and organic matter content. The infiltration capacity of soil water decreases with increasing silt content and bulk density and low organic matter content. The infiltration capacity of the soil water increases with increasing content of organic matter even in soils with high silt content and high bulk density.

Key Words: Irrigation. Olives. Soil.

¹ Universidade Federal de Santa Maria

* Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Av. Roraima, 1000 – Cidade Universitária – Bairro Camobi – Santa Maria – Rio Grande do Sul – CEP 97105-900, Brasil. e-mail: helenesio@yahoo.com.br

² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – Las Brujas

³ Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul - RS

Resumo

O conhecimento da infiltração da água no solo é fundamental para a solução de problemas relativos nas áreas de irrigação e drenagem, conservação da água e do solo e controle do deflúvio superficial. Sendo assim, o entendimento do processo de infiltração e suas relações com as propriedades do solo são de grande importância para o manejo do solo e da água. Nesse contexto o objetivo principal desse trabalho foi realizar uma análise das taxas de infiltrações em três estados do País, determinando a taxa de infiltração de água no solo com diferentes características físicas a partir de dados obtidos pelo infiltrômetro dos duplos anéis concêntricos pelo modelo de Kostiaikov. O trabalho foi realizado em três locais produtores de oliveiras do Uruguai. Foram realizadas três repetições sob delineamento inteiramente casualizado. As amostras de solos foram coletadas com estrutura deformadas, preservadas e transportadas para o Departamento de Solos do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária - Las Brujas. Para análise da textura do solo foi utilizado o método da pipeta. A distribuição dos agregados estáveis a seco foi feita pelo método das peneiras. A taxa de infiltração de água no solo foi determinada pelo método dos anéis duplos concêntricos. Observou-se que a infiltração de água no solo é influenciada pelo teor de silte, densidade do solo e teor de matéria orgânica. A capacidade de infiltração de água no solo diminui à medida que aumenta o teor de silte e a densidade do solo e baixo teor de matéria orgânica. A capacidade de infiltração de água no solo aumenta à medida que aumenta o teor de matéria orgânica, mesmo em solos que apresentam alto teor de silte e alta densidade do solo.

Palavras chave: Irrigação. Oliveiras. Solo.

Introdução

O conhecimento da infiltração da água no solo é fundamental para a solução de problemas relativos nas áreas de irrigação e drenagem, conservação da água e do solo e controle do deflúvio superficial. Sendo assim, o entendimento do processo de infiltração e suas relações com as propriedades do solo são de grande importância para o manejo do solo e da água.

A infiltração da água no solo é influenciada por um grande número de fatores relativos ao solo e as condições a que ele é submetido. Dentre os fatores que exercem influência no processo de infiltração da água no solo estão as propriedades físicas do solo, principalmente a textura e a estrutura, que influenciam expressivamente a movimentação da água no solo, sendo o tamanho das partículas e a macroporosidade os atributos mais importantes (SILVA & KATO, 1997).

A redução na porosidade do solo (acompanhada do aumento de densidade do solo) aumenta o potencial de inundação, pois reduz a taxa de infiltração de água, fazendo com que ela esco superficialmente aumentando a energia cinética do deflúvio superficial. As partículas de solo transportadas pela água podem chegar aos rios e lagos, causando assoreamento e diminuindo a qualidade da água. Esse processo degrada as características físicas, químicas e biológicas dos solos, além de contaminar o ambiente aquático.

Dentre as características físicas a porosidade, bem como a textura e estrutura influenciam o comportamento da água no solo e devem ser bem entendidas para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo.

O objetivo desse trabalho foi analisar a taxa de infiltração de água no solo em três locais, com diferentes características físicas do solo.

Metodologia

O trabalho foi conduzido em três propriedades de oliviculturas na República Oriental do Uruguai. Estas propriedades estão distribuídas da seguinte forma (Figura 1), ao Sul do País, está localizada a Estação Experimental Las Brujas denominada "Wilson Ferreira Aldunate" no estado de Canelones, ao Leste a propriedade Pan de Azucar no estado de Maldonado, e ao Oeste a propriedade La Primavera no estado de Colonia.

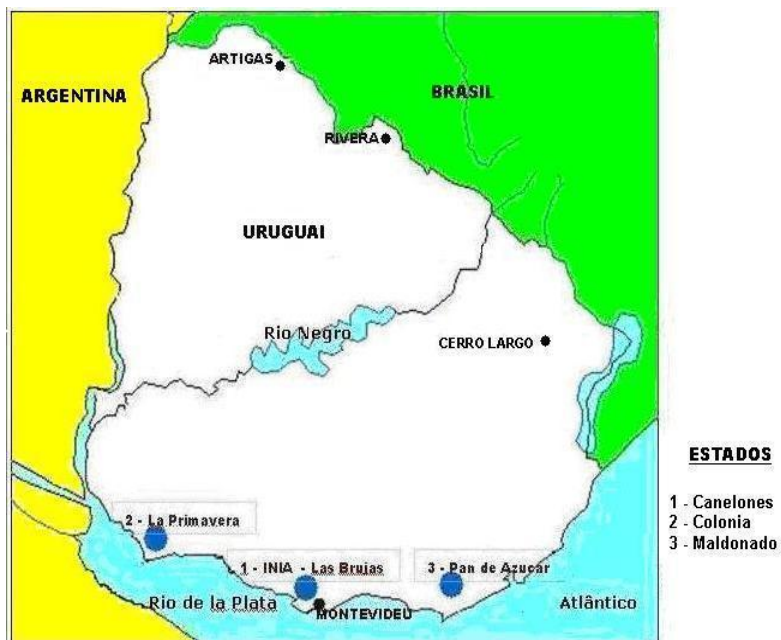


Figura 1. Distribuição geográfica dos locais onde foram realizadas as avaliações de infiltrações de água no solo.

Em cada local foram realizados três testes de infiltrações de água no solo determinado pelo método dos duplos anéis concêntricos (Figura 2), segundo metodologia descrita por EMBRAPA (1979). Os anéis maior e menor possuem, respectivamente, 40 e 20 cm de diâmetro, e 10 e 15 cm de altura. Os mesmos foram inseridos no solo de forma que ficassem concêntricos. Os anéis possuem uma das suas bordas afiadas para facilitar a sua introdução no solo e evitar a desestruturação do solo no local, e a outra borda possui um reforço, para suportar os golpes que foram necessários na ocasião de sua introdução no solo. O anel maior foi introduzido 5 cm no interior do solo, e o menor a 10 cm. Para a medição do volume de água infiltrada, foi utilizado um cano de PVC de 150 mm de diâmetro, com um registro de esfera de $\frac{1}{2}$ polegada em ambas as extremidades, com uma escala graduada em intervalos de 10 ml, visualizada através de uma mangueira plástica transparente, suspensos por meio de um tripé de ferro e alocado sobre o anel menor, a fim de manter uma lâmina de água constante, com carga hidráulica de 4 cm de altura.



Figura 2. Duplos anéis concêntricos e do cano de PVC utilizados para a determinação da infiltração de água no solo.

O medidor confeccionado é semelhante ao descrito por Siqueira & Denardin (1985). No anél maior a lâmina de água foi mantida constante manualmente, com auxílio de galões, com carga hidráulica de 4 cm de altura. A lâmina de água do anél maior deve ser constante e mantida para assegurar que o processo de infiltração seja prioritariamente no sentido vertical e, conseqüentemente, não ocorra movimento lateral da água infiltrada a partir do anél menor. As leituras foram realizadas nos tempos de 0, 1, 5, 7, 10, 15, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 85, 90, 105, 120 e 135 minutos após o início do teste. As observações de infiltração acumulada com o tempo foram computadas e convertidas em taxas de infiltrações correspondentes. A infiltração de água no solo foi ajustada pelos modelos empíricos de Kostiakov (BERNARDO, 2002) (equações 1, 2 e 3).

Dentre as equações empíricas, uma das mais utilizadas para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação é a desenvolvida por Kostiakov em 1932. Este pesquisador propôs a seguinte equação para calcular a infiltração acumulada e a taxa de infiltração de água no solo:

$$I = aT^b \quad \text{Equação (1)}$$

onde: I é lâmina infiltrada no tempo T , a e b são parâmetros do modelo e dependem do tipo de solo. Derivando a equação (1) obtém-se:

$$VI = abT^{b-1} \quad \text{Equação (2)}$$

onde: VI é a taxa de infiltração da água no solo. Os coeficientes a e b foram determinados por regressão linear entre os valores da infiltração acumulada de água e o tempo acumulado.

$$T = 600.b \quad \text{Equação (3)}$$

onde: T é o tempo estimado para a VI ser igual a CI (Capacidade de infiltração de água no solo).

Com o auxílio de um trado, coletou-se amostras de solo deformado, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para análises físicas (textura) e químicas (acidez, matéria orgânica, fósforo, cálcio, potássio, magnésio) e com a ajuda de anéis, coletou-se amostras preservando sua estrutura em três níveis de profundidade (0-20, 20-40 e 40-60 cm), para determinação da porosidade total, microporosidade, macroporosidade, densidade do solo e sua curva característica de água no solo.

As análises físicas e químicas do solo foram realizadas no laboratório de análises físicas da estação experimental Wilson Ferreira Aldunate.

As determinações analíticas de textura, densidade do solo, macroporosidade e microporosidade foram realizadas pela metodologia descrita por EMBRAPA (1979). Para a análise granulométrica foi utilizado o método da pipeta (GEE & BAUDER, 1986). A densidade do solo pelo método do anél volumétrico, utilizando um cilindro de metal de 65 cm³ de volume.

Para a determinação da curva característica do conteúdo volumétrico de água no solo as amostras de solo foram primeiramente saturadas, permanecendo a uma tensão aplicada de até 1 atm pelo período de 2 a 3 dias. Já para as tensões de 5, 10, 15 atm permaneciam entre 8 a 10 dias para estabilizar massa. A macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A curva característica do conteúdo volumétrico de água no solo foi ajustada segundo Van Genuchten (1980), por meio do programa CURVARET (DOURADO NETO et al., 1990), utilizando o seguinte modelo (equação 4):

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (a\psi_m)^n\right]^b} \quad \text{Equação (4)}$$

onde: θ é o conteúdo volumétrico de água no solo, em cm³ cm⁻³, θ_r é a conteúdo volumétrico de água residual do solo, em cm³ cm⁻³, θ_s é a conteúdo volumétrico de água na saturação do solo, em cm³ cm⁻³, a , n e b são os coeficientes empíricos e, ψ_m é o potencial matricial de água no solo, em cm³ cm⁻³.

Resultados

A composição granulométrica do solo é uma característica inerente ao solo que possui grande importância no estudo do seu comportamento físico-hídrico. Vários fatores físico-hídricos do solo são influenciados pelo teor de argila do solo, tais como, o estado de energia da água no solo, o fluxo não saturado, porosidade e densidade do solo.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados da análise granulométrica dos respectivos locais, na profundidade de 0 a 10 cm. O local denominado Pan de Azucar apresentou maior diferença de porcentagem de areia (28%). Na localidade do INIA - Las Brujas apresentou maior teor de argila (33,85%), já em La Primavera com maior quantidade de silte, e menor porosidade, apresentando menor quantidade de areia, sendo que sua infiltração de água no solo foi menor em relação aos outros locais.

Tabela 1. Análise granulométrica do solo nos diferentes locais: Pan de Azucar, INIA - Las Brujas e La Primavera, na profundidade de 0 a 10 cm.

	Argila	Silte	Areia
	0-10cm	0-10cm	0-10cm
	-----%-----		
Local			
Pan de Azucar	27,23b	44,76b	28,00a
INIA - Las Brujas	33,85a	48,70b	17,45b
La Primavera	28,53b	56,63 ^a	14,83b

*Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna e profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 2, estão apresentados os valores da densidade do solo nos diferentes locais. Não havendo diferença significativa e menor compactação do solo, na qual mantém preservada sua estrutura natural do solo, neste sentido impedindo que a compactação seja prejudicial às raízes das plantas. Na propriedade INIA - Las Brujas

apresentou diferença significativa de 0 a 20 cm, obtendo-se maior média da densidade do solo ($1,299 \text{ g cm}^{-3}$), devido a grande movimentação que há no local, tanto ao tráfego de maquinário como seus pesquisadores que realizam uma série de avaliações nesta área de experimentação, causando a compactação no solo. entre os locais Pan de Azucar e La Primavera, obtendo-se esta última à média mais baixa entre os três locais analisados com uma média de ($1,101 \text{ g cm}^{-3}$) que ocorre pela presença de grande quantidade das raízes

Tabela 2. Densidade do solo nos diferentes locais, nas profundidades de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm.

Local	Densidade do solo (g cm^{-3})		
	0 - 20 cm	20 - 40 cm	40 - 60 cm
Pan de Azucar	1,115 b	1,225 a	1,311 a
INIA - Las Brujas	1,299 a	1,334 a	1,296 a
La Primavera	1,101 b	1,279 a	1,368 a

*Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna e profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na camada do solo de 20 a 40 cm e de 40-60 cm de profundidade, observa-se que não apresentaram diferença significativa.

Observa-se que no INIA - Las Brujas apresentou a maior média ($1,299 \text{ g cm}^{-3}$) de densidade do solo na profundidade de 0 a 20 cm do que os demais locais, evidenciando um fluxo de água maior para o interior do solo afetado pelas camadas compactadas no perfil e desagregação, devido ao tráfego dos pesquisadores e seus respectivos implementos agrícolas que ocorrem eventualmente no local.

Em relação à microporosidade observa-se que houve diferença significativa na propriedade de Pan de Azucar, na profundidade de 0 a 20 cm, apresentando maior microporosidade, comparando com as demais, com uma média de ($0,388 \text{ g cm}^{-3}$). Sendo que neste local é uma região muito arenosa, apresentando-se muito próxima da praia de Punta del Leste, também neste local são cultivadas plantas de cobertura (adubação verde), como a cultura da aveia semeada entre as fileiras das oliveiras, desta maneira aumentando sua matéria orgânica que além de conservar a umidade no solo, suas raízes abrem fendas no solo, ocasionando um grande aumento na infiltração de água no solo.

A capacidade de infiltração de água no solo é maior nos solos que tem menor compactação, como pode ser visto na tabela 3, onde a propriedade de Pan de Azucar, apresentando maior média ($242,31 \text{ mm h}^{-1}$), devido o solo neste local ser muito arenoso. Já na propriedade do INIA - Las Brujas ($89,94 \text{ mm h}^{-1}$), apesar de ser um solo argiloso, que são mais pesados e que possuem espaços porosos bem menores, reduzindo a penetração de água no solo, lembrando que a cultura da oliveira foi implantada recentemente neste local, ao qual era destinado na instalação de experimentos com suas respectivas pesquisas, rotações de culturas, utilizando um correto manejo, resultando em um solo bastante desestruturado, devido aos equipamentos utilizados para revolver o solo. Na propriedade La Primavera, esta com uma média de ($19,86 \text{ mm h}^{-1}$), é uma área de campo nativo mais conservada, com suas estruturas de solo mais preservadas, uma área com pouca matéria orgânica e seus produtores ainda não adotarem a técnica de plantas de cobertura, esta influenciando bastante na infiltração de água no solo.

Tabela 3. Capacidade de infiltração de água no solo (CI) nos diferentes locais.

Local	CI (mm.h^{-1})
Pan de Azucar	242,31 a
INIA - Las Brujas	89,94 b
La Primavera	19,86 b

*Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna e profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 4, estão apresentados os resultados do quadrado médio da análise da variância para as características químicas do solo, não havendo variância significativa entre pH (1,52) considerado muito baixo, não se sabe o pH ótimo para o cultivo de oliveiras, pois seu crescimento desenvolve bem em solos moderadamente ácidos, com pH maior que 5,5 a moderadamente básicos com pH menor que 8,5. Solos mais ácidos são desaconselháveis por que geram problemas de toxicidade por Al e Mg. Solos muito básicos também são descartados, devido sua pobre estrutura, na qual impede a infiltração de água no solo e obstrui sua drenagem. A matéria orgânica teve sua média de (4,95%), média com a classe textural (3). No entanto ocorreu variância significativa na média dos macronutrientes, com seus respectivos valores de P (ppm) de 3,7 considerado baixo, sendo recomendado aplicações de 0,5 kg por oliveira e de 1 a 3 kg de K por oliveira.

Tabela 4. Quadrado médio da análise da variância para as características químicas do solo: pH (H₂O), M.O. = Matéria Orgânica, P= Fósforo, K= Potássio nos diferentes locais. São Vicente do Sul - RS, 2010.

	Local	CV (%)
pH (H₂O)	1,52 *	4,99
M.O. (%)	4,95 *	12,47
P (ppm)	4,69 ^{ns}	75,81
K (meq/100 g de solo)	70 ^{ns}	44,22

* = significativo em nível de probabilidade de 0,05; ns = não significativo em nível de probabilidade de 0,05; CV = Coeficiente de Variação.

Conclusões

A infiltração de água no solo é influenciada pelo teor de silte, densidade do solo e teor de matéria orgânica. A capacidade de infiltração de água no solo diminui à medida que aumenta o teor de silte e a densidade do solo e baixo teor de matéria orgânica. A capacidade de infiltração de água no solo aumenta à medida que aumenta o teor de matéria orgânica, mesmo em solos que apresentam alto teor de silte e alta densidade do solo.

Concluiu-se neste trabalho que as propriedades denominadas Pan de Azucar, INIA - Las Brujas e La Primavera obtiveram capacidade de infiltração de água no solo de aproximadamente 243 mm h⁻¹, 90 mm h⁻¹ e 20 mm h⁻¹, respectivamente. Sugere-se realizar rotações de culturas, sempre utilizando um manejo correto, isso resultará em um solo bastante desestruturado, melhorando assim a infiltração de água no solo.

Referências Bibliográficas

- Bernardo, S. Manual de Irrigação, UFV., Imprensa Universitária, Viçosa, 2002, 6 ed. 565p.
- Dourado Neto, D., Lier, Q.J.V., Botrel, T.A. et al. Programa para confecção da água utilizando o modelo de Genuchten. Engenharia Rural, Campinas, v.1, p.93-101, 1990.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, p.15-37, 1979
- Gee, G.W. & Bauder, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. - Methods of soil analysis. Part 1. 2 ed. Madison, American Society of Agronomy. 1986.
- Silva, C.L.; Kato, E. - Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.2, p.213-220, 1997.
- Siqueira, O.J.F. & Denardin J.E. - Equipamento para medir a taxa de infiltração de água no solo utilizando anéis concêntricos em um sistema com nível de água constante. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 9:73-75, 1985.
- Van Genuchten, M. Th. A closed-form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of American Journal, v.44, p.892-898, 1980.