

# ANAIS

## XX RBMCSA REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

O SOLO SOB AMEAÇA: CONEXÕES  
NECESSÁRIAS AO MANEJO E  
CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA

20 as 24 de novembro de 2016

Foz do Iguaçu - PR

Editores

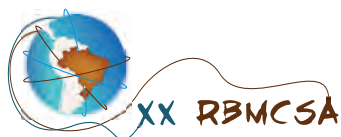
Arnaldo Colozzi Filho

João Henrique Caviglione

Graziela Moraes de Cesare Barbosa

Luciano Grillo Gil

Tiago Santos Telles



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual Paraná**



NEPAR  
Curitiba  
2016

## MODELAGEM DO CRESCIMENTO RADICULAR EM FUNÇÃO DA DINÂMICA DA ÁGUA E RESISTÊNCIA DO SOLO

Moacir Tuzzin de Moraes<sup>1</sup>, Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Julio Cezar Franchini<sup>2</sup>, Renato Levien<sup>1</sup>, Anthony Glyn Bengough<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutorado, Porto Alegre - RS, [moacir.tuzzin@gmail.com](mailto:moacir.tuzzin@gmail.com);

<sup>2</sup>Embrapa Soja; <sup>3</sup>The James Hutton Institute.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; qualidade física do solo; densidade do comprimento radicular.

O crescimento radicular pode ser limitado por vários fatores, dentre os principais se destaca a temperatura, disponibilidade de nutrientes e água, patógenos, aeração e a resistência do solo. Altos valores de resistência do solo à penetração causada pela compactação ou em função do endurecimento com a secagem do solo, restringem a profundidade do crescimento radicular (GREGORY, 2006). Vários processos e mecanismos estão envolvidos na manutenção do crescimento radicular sob estresse hídrico, tais como ajustes osmóticos e as alterações das paredes das células (SCHMIDT et al., 2013).

A resistência do solo à penetração dependendo do potencial matricial tem sido a maior limitação para o crescimento radicular em solos aráveis. Entretanto, este efeito não tem sido incluído em modelos de crescimento radiculares de qualquer grande extensão. Assim, torna-se necessário desenvolver um esquema de modelagem para compreensão dos efeitos físicos do solo para o crescimento radicular de genótipos de plantas em função do manejo do solo.

Modelos matemáticos têm apresentado um importante papel no avanço do entendimento sobre o crescimento radicular e a absorção de água pelas plantas, entretanto, ainda são necessárias melhorias da modelagem dos processos do solo para uma melhor quantificação e predição dos fatores ambientais envolvidos no desenvolvimento das culturas. Além disso, um modelo dinâmico de arquitetura radicular baseado em sistema-L (sistema de Lindenmayer, *L-System*), chamado RootBox que trabalha na linguagem MatLab®, o qual pode simular o crescimento radicular de culturas em 3D (LEITNER et al., 2010).

Assim, este trabalho apresenta um modelo simples para o crescimento radicular em função de características físicas (resistência do solo à penetração, potencial matricial e hipóxia), o qual foi implementado no programa RootBox para contrastantes regimes hídricos e de compactação do solo.

O modelo trabalha em linguagem de programação MatLab®, o qual inclui parâmetros de arquitetura radicular (LEITNER et al., 2010) associado a solução numérica do fluxo de água no solo pelo modelo de Richards (DAM; FEDDES, 2000) e absorção de água pelas plantas pelo potencial do fluxo matricial (JONG VAN LIER et al., 2008). Os parâmetros de entrada são os fatores de clima (precipitação, temperatura, umidade relativa, evaporação e transpiração potencial), do solo (densidade, condutividade hidráulica, curva de retenção de água e de resistência do solo) e de arquitetura radicular (taxa de crescimento inicial, comprimento da zona apical e basal, espaçamento e número de ramificações e ângulo de inserção), período de crescimento e limites de potenciais matriciais.

Os parâmetros de saída do modelo estão relacionados com o solo em 1D ou com a cultura em 3D. No solo obtêm-se a dinâmica da água (infiltração, escoamento superficial, drenagem profunda), evaporação atual, conteúdo de água, potencial matricial, resistência à penetração e condutividade

hidráulica não saturada. Para a cultura, obtêm-se a distribuição e arquitetura do sistema radicular, densidade do comprimento radicular, transpiração atual e absorção de água no perfil do solo.

O crescimento radicular pode ser reduzido pelo efeito combinado da resistência do solo à penetração, da aeração ou do estresse hídrico. A relação entre crescimento radicular e resistência do solo à penetração é exponencial, já a relação entre crescimento radicular e a aeração e o estresse hídrico pode ser representado pela relação com o potencial de água no solo, o qual é expresso pela teoria do modelo de Feddes. Assim, existe um aumento linear do crescimento radicular com a redução do conteúdo de água entre a saturação e a capacidade de campo (6 kPa), e uma redução linear do crescimento radicular entre 10 kPa até o limite de turgidez com que as células podem exercer pressão de penetração no solo de 1 MPa. O efeito acumulativo das limitações físicas, associados com o tempo e o espaço, é chamado de parâmetro de redução do estresse físico que determinam as condições físicas limitantes ao crescimento radicular.

O acoplamento dos modelos da dinâmica da água no solo (equação de Richards) (DAM; FEDDES, 2000), o crescimento radicular (LEITNER et al., 2010) e a absorção de água pelas raízes (termo S, sink term) (JONG VAN LIER et al., 2008) com os efeitos das condições físicas ao crescimento radicular foi realizada em Linguagem de programação MatLab®. O termo S que representa a absorção de água pelas raízes em função da densidade radicular e da densidade do fluxo matricial (integral da condutividade hidráulica não saturada).

Dois cenários foram simulados em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, muito argiloso, em sistema plantio direto com a cultura da soja. No primeiro houve a presença de uma camada compactada entre 16 e 20 cm, com precipitação regular (safra 2013/14). O segundo cenário foi avaliado o efeito do déficit hídrico, comparando uma safra com deficiência hídrica no período vegetativo (safra 2009/10) e sem deficiência hídrica (safra 2008/09). Os resultados de densidade do comprimento radicular no campo e simulados foram comparados por meio de relação 1:1.

No primeiro cenário, a presença de camada compactada alterou a distribuição do sistema radicular da soja. Nestas condições, menos raízes conseguiram penetrar a camada compactada, reduzindo a taxa de alongamento radicular, por consequência reduziu a densidade do comprimento radicular dentro e abaixo da camada compacta. O aumento do tempo necessário para as raízes cruzarem a camada compactada reduziu a quantidade de raízes abaixo da camada compacta do solo. A limitação inicial do crescimento radicular na camada de 0-16 cm influenciou na maior absorção de água na camada superficial, reduzido o conteúdo de água e incrementando as limitações físicas ao crescimento pelo potencial matricial.

No segundo cenário, o crescimento do sistema radicular foi dependente das condições físicas do solo influenciadas pela disponibilidade hídrica. No ano agrícola com boa disponibilidade hídrica houve maior aprofundamento do sistema radicular. Os valores de densidade de comprimento radicular simulados e os medidos no campo foram muito similares e próximos da relação 1:1. Os efeitos globais das limitações físicas do solo para o crescimento radicular indicaram que houve maiores limitações físicas no ano com déficit hídrico, e estes ocorreram em função da alta resistência e do baixo conteúdo de água no solo, reduzindo assim a taxa de crescimento radicular da soja. A absorção de água foi dependente da quantidade e distribuição das raízes, com isso as plantas foram submetidas a condições de estresse hídrico, reduzindo a taxa de transpiração atual. A posição de absorção de água foi alterada em função das condições hídricas do ciclo de cultivo.

Esta estrutura e sequência de implementação dos efeitos combinados das condições físicas do solo pode ser usada para estudos das condições de manejo do solo e efeitos climáticos no crescimento radicular das culturas. O modelo deve ser validado para diferentes condições de solo e clima com experimentos de campo para diferentes culturas.

## Referências

DAM, J. C. Van; FEDDES, R. A. Numerical simulation of infiltration, evaporation and shallow groundwater levels with the richards equation. **Journal of Hydrology**, v.233, p.72-85. 2000.

GREGORY, P. J. **Plant roots growth activity and interaction with soils**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

JONG VAN LIER, Q. DE et al. Macroscopic root water uptake distribution using a matric flux potential approach. **Vadose zone journal**, v.7, n.3, p.1065-1078. 2008.

LEITNER, D. et al. A dynamic root system growth model based on l-systems. **Plant and soil**, v.332, n.1, p.177-192. 2010.

SCHMIDT, S. et al. Root elongation rate is correlated with the length of the bare root apex of maize and lupin roots despite contrasting responses of root growth to compact and dry soils. **Plant soil**, v.372, n.1, p.609-618. 2013.