

Operação raízes

Maior diagnóstico de lavouras do Brasil afirma que a distribuição do sistema radicular é o melhor seguro para a seca; condição está mais associada à resiliência produtiva do que ao potencial produtivo da soja

Por que algumas lavouras mantêm elevados rendimentos mesmo sob condições de déficit hídrico, enquanto outras apresentam perdas expressivas em ambientes aparentemente semelhantes?

Responder a essa pergunta exigiu olhar para uma parte da plan-

ta que normalmente permanece escondida. Durante o estágio de enchimento de grãos da soja (R5), pesquisadores da Equipe FieldCrops percorrem milhares de quilômetros abrindo trincheiras de até 1,5 m de profundidade, para avaliar a distribuição do sistema radicular e sua interação com os atributos físicos,

químicos e biológicos do solo.

Um mundo desconhecido

Atualmente, a Operação Raízes representa o maior diagnóstico de sistema radicular da soja já realizado em lavouras comerciais no Brasil. Até o momento, foram ava-



liadas 479 lavouras, distribuídas em 16 estados brasileiros, abrangendo ambientes de produção extremamente distintos quanto ao clima, solo, sistema de manejo e potencial produtivo.

Mais do que quantificar raízes, a proposta da Operação Raízes é compreender como o ambiente radicular influencia a capacidade das lavouras em explorar água e nutrientes ao longo do perfil do solo. Em outras palavras, busca entender por que algumas lavouras apresentam maior estabilidade produtiva frente às adversidades climáticas.

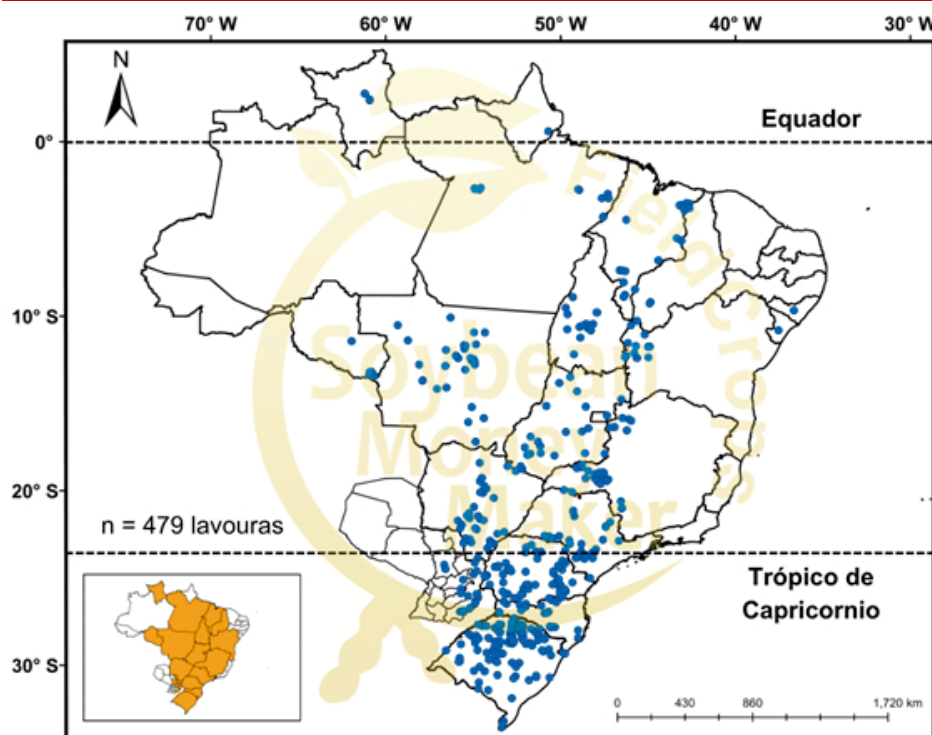
Os resultados preliminares obtidos até o momento indicam que a simples presença de raízes em profundidade não está necessariamente associada às maiores produtividades. Em anos favoráveis, com boa distribuição de chuvas, lavouras com diferentes padrões de distribuição radicular podem apresentar produtividades semelhantes. Entretanto, quando a disponibilidade hídrica se torna limitante, as diferenças começam a aparecer.

Foi justamente nesse ponto que surgiu uma das principais mensagens da Operação Raízes: distribuição radicular significa resiliência produtiva, ou seja, o melhor seguro que o produtor pode ter contra a seca.

Raízes fazem a diferença

Lavouras com sistemas radiculares bem distribuídos ao longo do perfil tendem a apresentar maior capacidade de explorar água armazenada em camadas mais profundas do solo durante períodos de restrição hídrica (seca). Como consequência, essas lavouras conseguem manter o crescimento, o enchimento de grãos e a produtividade por mais tempo, quando

Figura 1 - abrangência da Operação Raízes nas 479 lavouras acompanhadas pelo Soybean Money Maker



comparadas a lavouras com raízes excessivamente concentradas nas camadas superficiais.

Utilizando técnicas avançadas de estatística, baseadas em regressão segmentada (“piecewise regression”), foi possível identificar um limiar de 1.204 kg/ha de déficit hídrico (Figura 2), a partir do qual

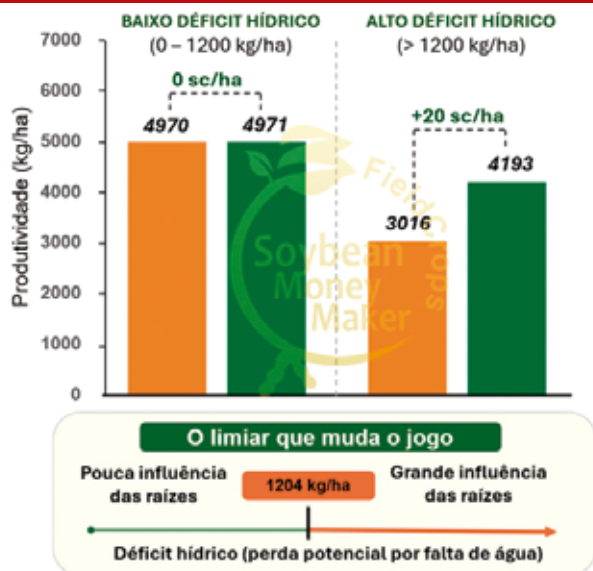
a distribuição radicular passa a desempenhar papel decisivo na manutenção da produtividade da soja.

Os resultados indicaram que a influência da distribuição radicular sobre a produtividade não é constante. Em ambientes com déficit hídrico inferior a 1.204 kg/ha de perda potencial por falta de água,



Mais do que quantificar raízes, a proposta da Operação Raízes é compreender como o ambiente radicular influencia a capacidade das lavouras em explorar água e nutrientes ao longo do perfil do solo

Figura 2 - efeito da distribuição radicular sobre a produtividade da soja em lavouras com diferentes níveis de déficit hídrico



lavouras com sistemas radiculares superficiais e profundos apresentaram produtividades semelhantes (4.970 kg/ha e 4.971 kg/ha, respectivamente). Entretanto, quando o déficit hídrico ultrapassou esse limiar, as diferenças tornaram-se muito expressivas.

Em ambientes com déficit hídrico

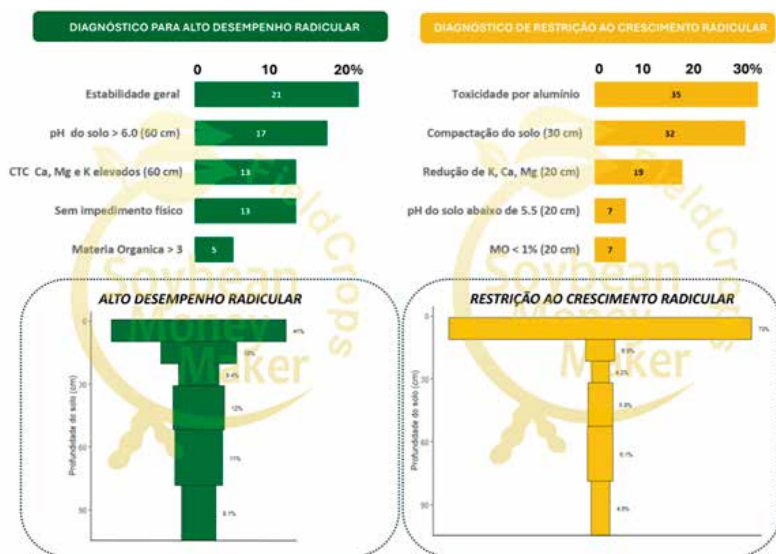
superior a 1.204 kg/ha, lavouras com melhor distribuição radicular produziram, em média, 4.193 kg/ha, enquanto aquelas com sistemas radiculares mais superficiais produziram 3.016 kg/ha. Essa diferença corresponde a aproximadamente 1.177 kg/ha, ou cerca de 20 sacas/ha de soja, evidenciando que a principal contribuição das raízes não está em aumentar o teto produtivo, mas em preservar a produtividade quando a disponibilidade hídrica passa a limitar o crescimento da cultura.

Esse resultado reforça uma mudança importante de perspectiva. Durante muito tempo, a discussão esteve focada em determinar qual seria a profundidade máxima alcançada pelas raízes. No entanto, os resultados obtidos sugerem que a forma como as raízes estão distribuídas ao longo do perfil pode ser mais importante do que a profundidade máxima atingida.

Consequências do manejo

As 479 lavouras avaliadas pela Operação Raízes deixam uma mensagem clara: raízes não crescem por acaso. A distribuição do sistema

Figura 3 - principais fatores associados ao favorecimento ou à limitação da distribuição radicular da soja no perfil do solo



radicular reflete diretamente a qualidade do ambiente construído pelo produtor ao longo dos anos. Estrutura do solo, fertilidade, atividade biológica, disponibilidade de água e práticas de manejo atuam em conjunto para determinar até onde e como as raízes explorarão o perfil.

Por outro lado, fatores como compactação, baixa fertilidade em profundidade, presença de alumínio tóxico, baixa atividade biológica e limitações estruturais do solo podem restringir o crescimento radicular e concentrar grande parte do sistema radicular nas camadas superficiais.

Os resultados evidenciam que o desempenho radicular está fortemente associado às condições físicas e químicas do perfil do solo (Figura 3).

Entre os fatores mais frequentemente observados em ambientes com alto desempenho radicular, destacou-se a estabilidade geral do perfil do solo (21%), caracterizada pela ausência de limitações físicas, químicas e biológicas ao crescimento das raízes; pH superior a 6 aos 60 cm de profundidade (17%); elevados teores de Ca, Mg e K em profundidade (13%); e a ausência



Lavouras com sistemas radiculares bem distribuídos ao longo do perfil tendem a apresentar maior capacidade de explorar água armazenada em camadas mais profundas do solo durante períodos de restrição hídrica (seca)

de impedimentos físicos ao crescimento das raízes (13%).

Por outro lado, os principais fatores associados à restrição do crescimento radicular foram a toxicidade por alumínio (35%), a compactação do solo aos 30 cm (32%) e a redução dos teores de K, Ca e Mg aos 20 cm de profundidade (19%).

Esses resultados reforçam que a construção de um ambiente favorável ao crescimento radicular depende da atuação conjunta de atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

Análises continuam

A principal lição da Operação Raízes do Soybean Money Maker é que não existe uma solução única para melhorar o ambiente radicular. Antes de qualquer intervenção, é necessário compreender qual fator está limitando o crescimento das raízes em cada ambiente de produção. A abertura de trincheiras e a avaliação criteriosa do perfil do solo continuam sendo ferramentas indispensáveis para esse diagnóstico.

A Operação Raízes continua em expansão e novas lavouras vêm sendo incorporadas anualmente ao banco de dados do Soybean Money Maker. Atualmente, o trabalho reúne informações de mais de 600 lavouras comerciais distribuídas em diferentes regiões produtoras do Brasil e do Paraguai, constituindo uma das maiores iniciativas colaborativas de geração de conhecimento agrônomo em condições reais de produção.

À medida que as análises avançam, novas informações deverão ampliar a compreensão sobre como solo, manejo, clima e genética interagem para determinar a produtividade, a rentabilidade e a resiliência das lavouras.



Álvaro de Souza Carnellosso,
UFSM;
Mauricio Fornalski Soares,
UPF;
Alexandre Ferigolo Alves,
Marcos Dalla Nora,
Darlei Michalski Lambrecht,
João Vitor Santos de Souza,
Marcel Angel Guevara Ordoñez,
UFSM;
Pedro Ramón Chávez-Sanabria,
UFSM/Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria - IPTA;
Maria da Paz Pires Silva,
Pedro Paulo Arrojo Vendruscolo,
Isabeli Bottura Candido,
Kaliana Gottschalk de Freitas,
UFSM;
João Mangane Machau,
UFSM/Universidade Zambeze - UniZambeze;
Jessé Rodrigo Fink,
CCGL;
Fábio Régis de Souza,
Unir;
Gregori da Encarnação Ferrão,
UFMA;
Luiz Alberto Kozłowski,
UFPR;
Daniel Debona,
Fitolab P&D Agrícola;
Claudio Hideo Martins da Costa,
UFJ;
Paulo Arbex,
Unesp;
Nereu Augusto Streck,
Rodrigo Pivoto Mulazzani,
João Bernardo de Abreu,
Ana Carolina Moraes,
Lucas Cherobini Barbieri,
Érico Dos Santos Drobot,
Eric Costa Neves,
Thiago Platero Cenedese,
Tiago Broilo Facco,
José Eduardo,
Osmari Facco Victor Borges dos Santos,
Bianca Bock Almeida,
Antonio Murilo Muller,
Isabella Fornari de Faria,
Giovanni Manfio Marin,
João Vitor Maia Oliveira,
João Vitor Moreira Kochenborger,
Mateus Lago Antonello,
UFSM;
Lauren Machado Lago,
UFSM/University of Nebraska Lincoln - UNL;
Vitória Signor,
UFSM/Kansas State University - KSU;
Alencar Junior Zanon,
UFSM

Soybean Money Maker

O Soybean Money Maker (SMM) é uma iniciativa da Equipe FieldCrops, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que reúne produtores, consultores, pesquisadores, estudantes, universidades e empresas privadas em torno de um objetivo comum: compreender, através de dados coletados em lavouras comerciais, como produzir soja de forma mais lucrativa, eficiente e sustentável.

Desde sua criação, em 2020, o SMM vem transformando lavouras comerciais em verdadeiros laboratórios a céu aberto. A partir da interação entre cultivar x ambiente x manejo x produtor, o projeto busca identificar quais fatores estão associados às maiores produtividades, lucratividades e eficiências produtivas observadas nas diferentes regiões produtoras do Brasil e do Paraguai (Figura 1). Uma das etapas mais desafiadoras e emblemáticas do projeto é a Operação Raízes.

Mais do que um trabalho de pesquisa, o Soybean Money Maker busca transformar o grande diagnóstico de lavouras comerciais que vem sendo construído ao longo dos anos em conhecimento aplicável para apoiar decisões e contribuir para a construção de sistemas de produção cada vez mais eficientes, lucrativos e sustentáveis.

Para obter mais informações é só seguir as redes oficiais da Equipe FieldCrops e o site equipefieldcrops.com.