

SAÚDE DO SOLO

Tudo que você precisa saber para aumentar a produtividade das plantações



ÍNDICE

INTRODUÇÃO	4
POR QUE SAÚDE DO SOLO?	6
SOLO: FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO	7
SINERGIA SOLO E PLANTA	14
INDICADORES BIOLÓGICOS DE SAÚDE DO SOLO	16
MANEJO E SAÚDE DO SOLO	16

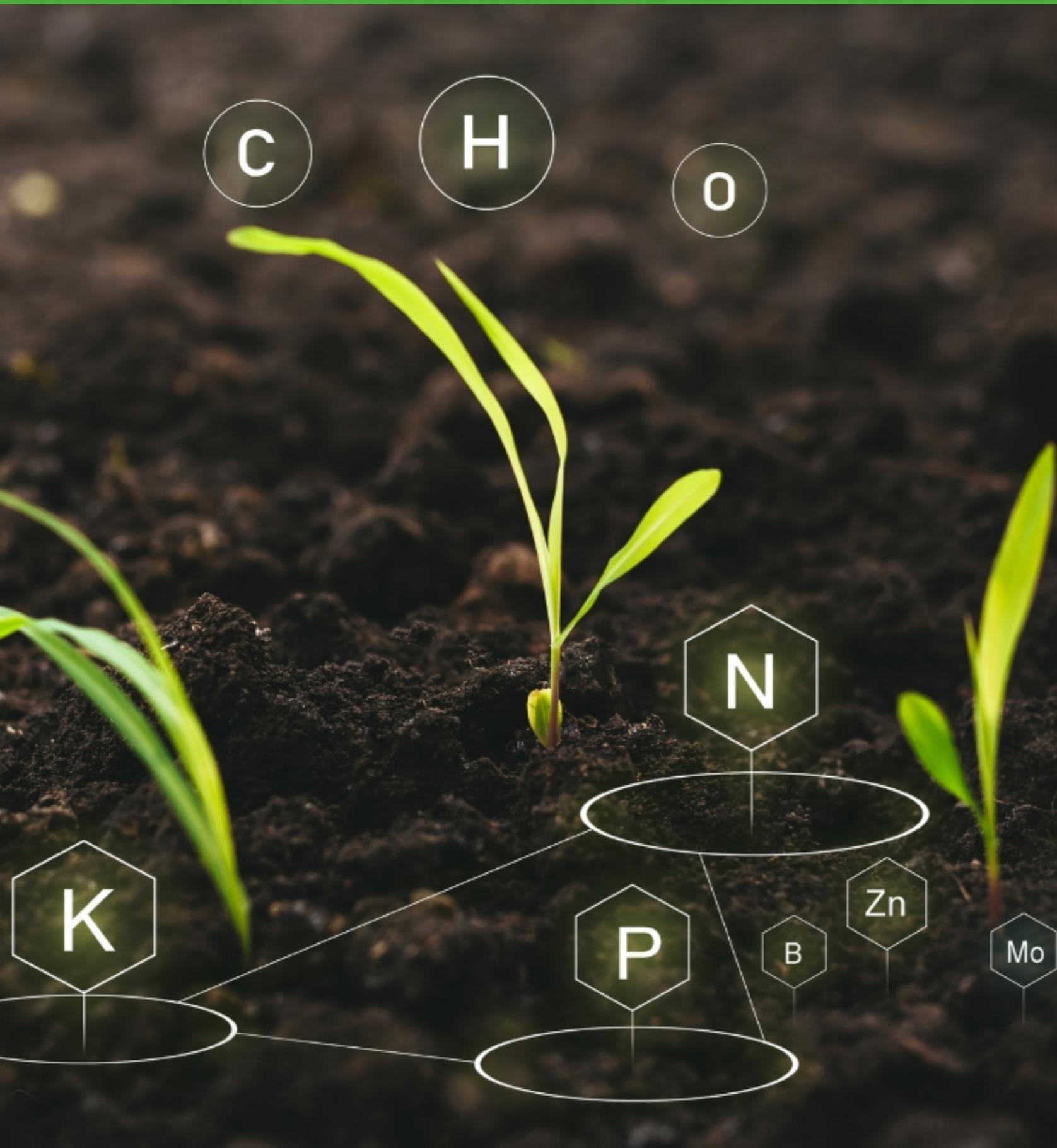


SAÚDE DO SOLO

Olá, produtor(a)!

Para ajudar você a cuidar da saúde do seu solo, aumentar a sua produtividade e produzir alimentos por mais gerações, a Mosaic Fertilizantes e a Revista Cultivar desenvolveram este guia de Saúde do Solo. Em comemoração ao Dia da Conservação do Solo, esse é o presente que queremos oferecer a você, que ajuda o mundo a produzir os alimentos de que precisa!





INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios enfrentados pela agricultura atual é produzir alimentos em quantidade e qualidade suficiente para alimentar a crescente população mundial, estimada em mais de 9 bilhões de pessoas até 2050. Isso significa que a produção de alimentos deverá aumentar em pelo menos 50% para atender as demandas futuras. Neste sentido, existem variáveis que precisam ser levadas em consideração quando pensamos em aumentar a produção agrícola. Uma delas, é a **saúde do solo**.

A saúde do solo é uma questão cada vez mais relevante para a

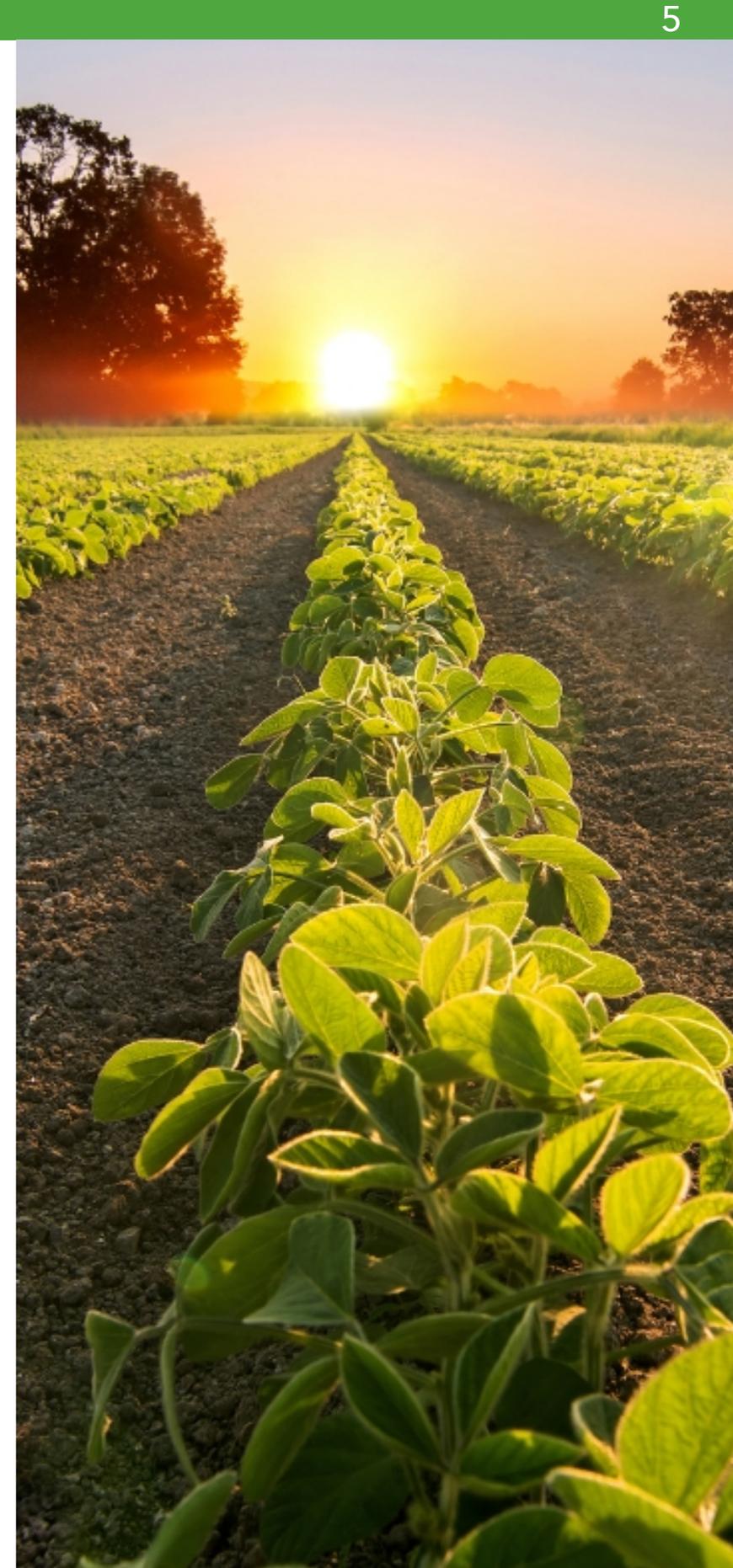
agricultura e para o meio ambiente. O solo é um recurso natural essencial para a produção de alimentos, mas também desempenha papéis importantes na manutenção da biodiversidade e na regulação do clima. No entanto, a saúde do solo está ameaçada por diversos fatores, como a erosão, a compactação e a perda de matéria orgânica.

Para garantir a saúde do solo, é necessário adotar práticas agrícolas sustentáveis, que permitam sua conservação e a sua melhoria ao longo do tempo. Isso pode envolver a utilização de técnicas como a rotação de culturas, o plantio direto, o uso de plantas de cobertura, a conservação da vegetação nativa e também a utilização de insumos na produção vegetal, como os fertilizantes, que já pos-

suem tecnologia para melhorar a saúde do solo.

Em resumo, a saúde do solo é uma questão essencial para a agricultura e para o meio ambiente. A adoção de práticas agrícolas sustentáveis e de manejos responsáveis pode ajudar a conservar e melhorar o solo ao longo do tempo, garantindo a sua fertilidade e longevidade.

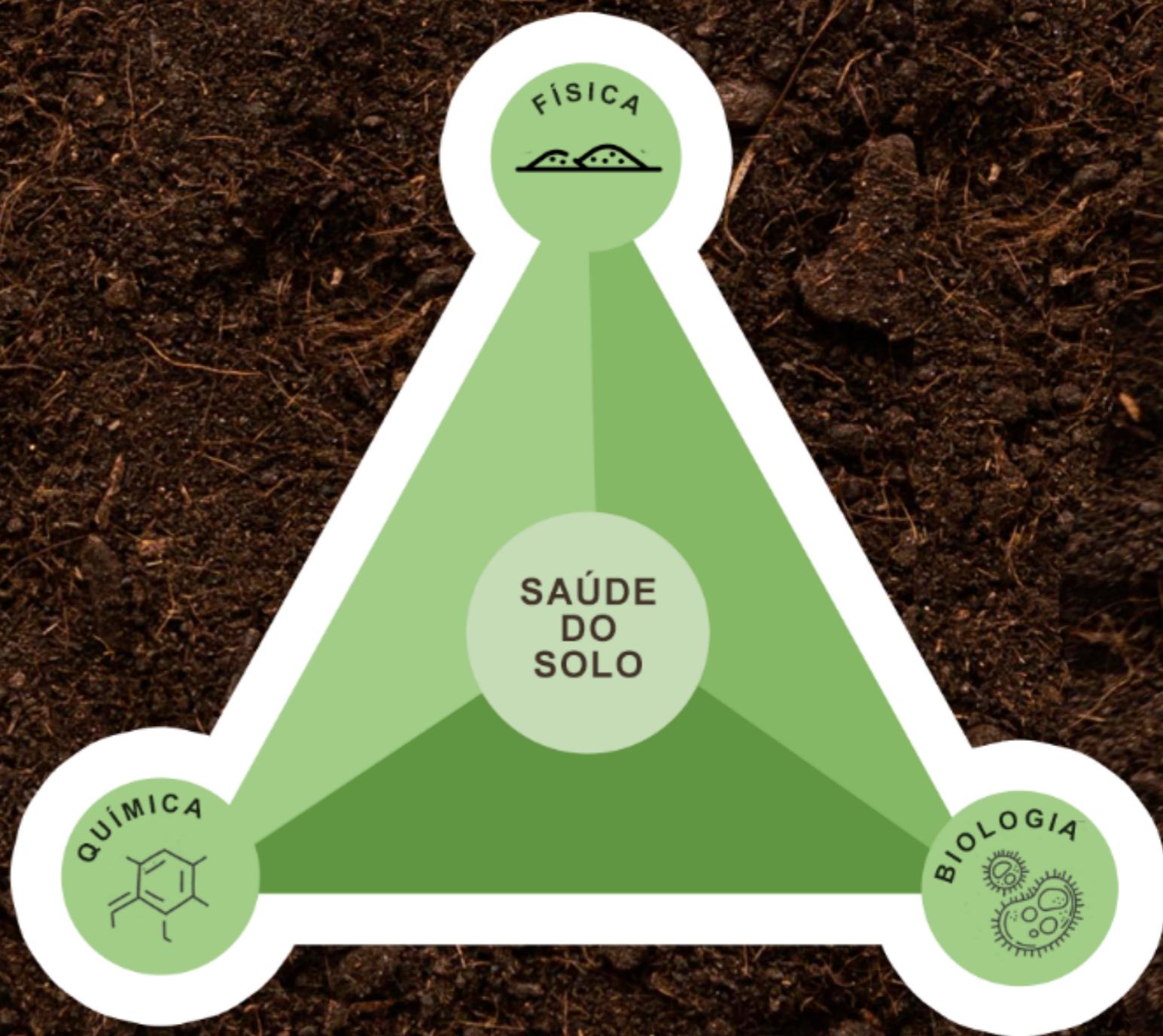
Neste guia, você irá entender os conceitos por trás do tema saúde de solo e como aplicá-los na sua fazenda para que ela seja mais saudável, produtiva e longa. Pois afinal, solo saudável é sinônimo de alimentos saudáveis e pessoas saudáveis! Boa leitura!



POR QUE SAÚDE DO SOLO?

A ciência global apresentou a abordagem "One Health", "Uma Saúde" na tradução livre, após concluir que a saúde do meio ambiente está diretamente interligada com a saúde dos seres humanos e animais. Os cientistas propõem que devemos nos preocupar em monitorar e cuidar da qualidade da água, do ar e, principalmente, dos solos, por compreender que esses fatores influenciam diretamente na saúde e qualidade de vida dos seres humanos.

Com a adoção e entendimento dessa nova abordagem, o conceito de qualidade do solo evoluiu para saúde do solo, pois se tornou um fator crucial da saúde global. O solo é o habitat natural para diversos tipos de vida, como microrganismos, animais e plantas, e funciona como um ecossistema dinâmico com processos interdependentes. O principal objetivo é suportar a saúde e a vida de todos que dele dependem - como nós e as nossas lavouras.



SOLO: FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO

Ao longo dos anos, as rochas sofrem intemperismos causados por fatores climáticos como calor, chuvas e ventos - e também a ação constante de microrganismos como fungos e bactérias, que resultarão na formação dos solos. Esse processo é considerado longo, uma vez que pode variar de 0,025 a 1,0 mm de espessura/ano, ou seja, levando de 3.000 a 12.000 anos.

Após formado, o solo passa a realizar processos químicos, físicos e biológicos essenciais para sua existência. Por isso, quando falamos em saúde do solo e altas produtividades, é fundamental realizar práticas de manejo na lavoura

que garantam um solo em perfeito equilíbrio químico, com estrutura física organizada e atividade biológica ativa.

E como fazer isso? Antes, vamos entender um pouco mais de cada aspecto do solo - químico, físico e biológico.

Pilar químico do solo

O pilar químico é o mais explorado atualmente na tomada de decisão dos produtores rurais quando pensamos em altas produtividades. Ele está relacionado aos elementos químicos presentes no solo, as suas interações e também as disponibilidades de nutrientes para suprir as plantas e os microrganismos. Abordaremos duas dinâmicas químicas que ocorrem no solo e são cruciais às produtividades e à saúde do solo:



Dinâmica dos nutrientes:



A composição química de um solo, evidenciando os nutrientes, são essenciais às plantas. Em cenários em que não há disponibilidade ideal, o crescimento das plantas fica limitado, o que afeta a produtividade da lavoura. Mas é importante esclarecer que o excesso de nutrientes também é prejudicial, resultando em problemas como a fitotoxidez, contaminação do solo e do lençol freático, que podem afetar a saúde humana e do meio ambiente.

A disponibilidade de nutrientes para as plantas depende de diversos fatores, como:

- a estrutura e textura do solo;
- o seu pH;
- a atividade dos microrganismos e;
- a presença ou ausência de matéria orgânica.

Dica para o produtor:

É essencial que o seu solo receba a adubação adequada para garantir que o pilar químico esteja sempre equilibrado.

O solo saudável e lavoura produtiva são caracterizados por uma eficiente dinâmica de nutrientes, pois é preciso que eles sejam fornecidos às plantas na quantidade certa e no momento certo. Com isso, o fertilizante certo torna-se um aliado.

pH do solo:

O pH do solo é um dos fatores químicos primordiais que assegura e condiciona a absorção de nutrientes pelas plantas e também a atividade dos microrganismos presentes. Em solos ácidos, nos quais o pH está abaixo de 6,0, pode ocorrer a deficiência de nutrientes essenciais como:



fósforo, magnésio e até o cálcio. Já em solos alcalinos, com um pH acima de 7,5, pode ocorrer a deficiência de micronutrientes como: ferro, zinco e o manganês.

O pH fora da faixa ideal (5-6) pode prejudicar e interromper a atividade dos microrganismos benéficos do solo, como as bactérias e os fungos, reduzindo a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e também prejudicando o controle de doenças do solo.

Dica para o produtor:

É fundamental conhecer o pH do seu solo a partir de uma análise química. Com o resultado em mãos, caso seja necessário, deverão ser realizadas práticas de correção de solo com o suporte da calagem.

Pilar físico do Solo

Este é um pilar que compreende os atributos físicos do solo relacionados a infiltração/retenção de água e ar, densidade, macro e microporosidade. Eles contribuem na construção de um ambiente propício para o crescimento das raízes e para o desenvolvimento dos microrganismos benéficos ao solo. Sendo eles:

Textura:

É definida pela proporção granulométrica da fase mineral do solo, ou seja, a porcentagem de areia, argila e silte que o compõe influencia diretamente na capacidade de retenção de água e nutrientes. Sua avaliação é essencial para otimizar o manejo da lavoura.

Saiba como determinar a textura do solo da sua propriedade de forma simples e rápida:

Após recolher uma amostra no campo, umidifique-a e recolha uma pequena parte entre os dedos polegar e indicador. A partir da sensação pelo tato, poderá definir o tipo de textura do seu solo de acordo com a tabela abaixo:

GRUPAMENTO TEXTURAL	SENSAÇÃO AO TATO (ESFREGAR A AMOSTRA DE SOLO ÚMIDA ENTRE O POLEGAR E O INDICADOR)	DEFINIÇÃO ⁽¹⁾
MUITO ARGILOSO	SENSAÇÃO DE PARTÍCULAS FINAS (SEM AREIA) E PEGAJOSA.	SOLOS COM MAIS DE 60% DE ARGILA
ARGILOSO	SENSAÇÃO DE PARTÍCULAS FINAS (COM MUITO POUCA AREIA) E PEGAJOSA.	SOLOS COM 35 A 60% DE ARGILA
SILTOSO	SENSAÇÃO SEMELHANTE AO TALCO, (SEDOSA E MACIA). É O MAIS MACIO E GOSTOSO	SOLOS COM ARGILA < 35% E AREIA <15%
MÉDIO	SENSAÇÃO INTERMEDIÁRIA ENTRE O ARGILOSO (PEGAJOSO) E O ARENOSO (ÁSPERO).	SOLO COM MENOS DE 35% DE ARGILA, MAIS DE 15% DE AREIA, E QUE NÃO SEJAM DE TEXTURA ARENOSA
ARENOSO	SENSAÇÃO ÁSPERA, COM PARTÍCULAS MAIORES, ALÉM DE FAZER MAIS BARULHO.	SOLOS COM AREIA ≥ 70% E SEM ARGILA; OU AREIA ≥ 75% E ARGILA < 5%; OU AREIA ≥ 80% E ARGILA <10%; OU AREIA ≥ 85%

IBGE, 2015 (Adaptado)

Mosaic
Fertilizantes

Estrutura:

É o arranjo das partículas do solo com todas as outras substâncias, como a matéria orgânica e os óxidos de ferro. É responsável por garantir a permeabilidade do solo, permitindo que a água e os nutrientes se movimentem e cheguem até as raízes das plantas.

A textura e a estrutura são características fixas, determinadas a partir das características da rocha de formação (rocha-mãe), não sendo possível modificá-las por estratégias de manejo a nível de campo.

Porosidade:

A porosidade pode ser identificada através do perfil do solo, avaliando visualmente os tamanhos dos poros do perfil. A quantidade e o tamanho desses poros garantem a circulação de ar e água no solo, além do desenvolvimento das raízes e dos microrganismos.

A porosidade é influenciada pelo manejo quando o solo é compactado durante o uso de maquinário nas lavouras. Os poros são reduzidos e diminui-se o potencial de infiltração de água neste solo causando a erosão.

Dica para o produtor:

Evite a compactação do seu solo! Não trafegue com as máquinas sobre o solo úmido e mantenha-o coberto de palhada.

Pilar biológico do solo

O solo é o habitat natural de uma diversidade imensa de animais e microrganismos que, com suas interações, formam o pilar biológico. Essencial para a produtividade das lavouras, começou a ser mais estudado e compreendido de algumas décadas para cá, principalmente quando falamos de microbiota.

Microbiota do solo:

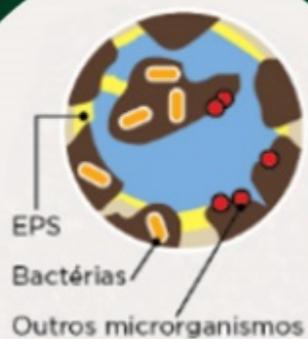
A microbiota é composta pelos microrganismos e os seus processos. Eles fazem parte de cerca de 90% dos processos biogeoquímicos que acontecem no solo como a transformação dos nutrientes, o aumento da resistência da planta a pragas/doenças, as adversidades climáticas e outras funções - influenciando diretamente no crescimento saudável das plantas:

FUNÇÕES DA MICROBIOTA

Fonte: Adaptado de Jansson e Hofmockel, 2020.

Mosaic
Fertilizantes

Retenção de
água no solo



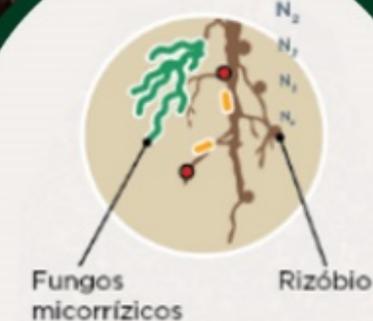
Algumas espécies de bactérias são capazes de diminuir os poros e contribuir na otimização da água.

Sequestro
de carbono



A biomassa microbiana é capaz de absorver carbono.

Crescimento
radicular



Fungos que se associam as raízes contribuem na melhor performance da planta.

Nela, há várias espécies de microrganismos, mesmo ocupando, no máximo, 5% do espaço poroso do solo. Os tipos de microrganismos que são mais quantitativos no solo são os fungos e as bactérias, que juntos representam cerca de 90% da população total:

- **Bactérias:** essa é a comunidade mais diversa, inclusive, há mais diversidade de bactérias no solo do que na água e no ar. Tudo isso deve-se a abundância dos mais variados tipos de substratos presentes no solo para que se desenvolvam e multipliquem. Muitos estudos afirmam que existem mais de um milhão de espécies de bactérias numa pequena amostra de solo.
- **Fungos:** são organismos que não são capazes de produzir o próprio alimento, gerando automaticamente uma dependência do solo para isso. A principal fonte de alimento deles é a matéria orgânica presente no solo e, para isso, eles liberam uma volumosa quantidade de enzimas que irão decompô-la. Esse processo é fundamental pois garante o equilíbrio ideal entre a quantidade de carbono presente na matéria orgânica e os nutrientes, apoiando consequentemente uma maior produtividade na lavoura. Os fungos são o grupo mais

adaptável, uma vez que conseguem sobreviver em diversas condições de temperatura e pH.

FUNGOS E A AGRICULTURA: Os fungos da classe *Zigomycetes* estabelecem uma relação benéfica com as raízes das plantas, essa relação é nomeada micorriza.

Quando os fungos se associam à raiz, eles passam a absorver fotoassimilados das plantas para se alimentarem, tornando-se uma verdadeira extensão do sistema radicular. Para as plantas, isso contribui no aumento do fornecimento de água e também de nutrientes, como o fósforo.

Além dos fungos e bactérias, os protozoários também são importantes e contribuem, como por exemplo, nos ciclos do carbono e do nitrogênio. Preservar o bom desenvolvimento da microbiota é garantir a saúde do solo, sustentabilidade agrícola, produtividade e longevidade das lavouras.

Um solo com elevada qualidade biológica faz com que os microrganismos sejam aliados das plantas no combate aos fungos patogênicos e ataques de nematoides, além de potencializar a eficiência do uso dos insumos.



SINERGIA SOLO E PLANTA

As plantas estabelecem suas raízes logo que germinam no solo e assim, se inicia a sinergia entre eles. A relação solo-planta é considerada simbiótica, ou seja, são interdependentes e se beneficiam mutuamente. As raízes são responsáveis por absorver, através do solo, os elementos essenciais, como água e nutrientes, para o crescimento e desenvolvimento e, em torno delas, há uma zona crucial de contato com o solo na qual acontecem muitos processos essenciais, a rizosfera.

É onde ocorre, também, a interação das raízes com os microrganismos e as propriedades físico-químicas do solo. Quimicamente falando, durante o

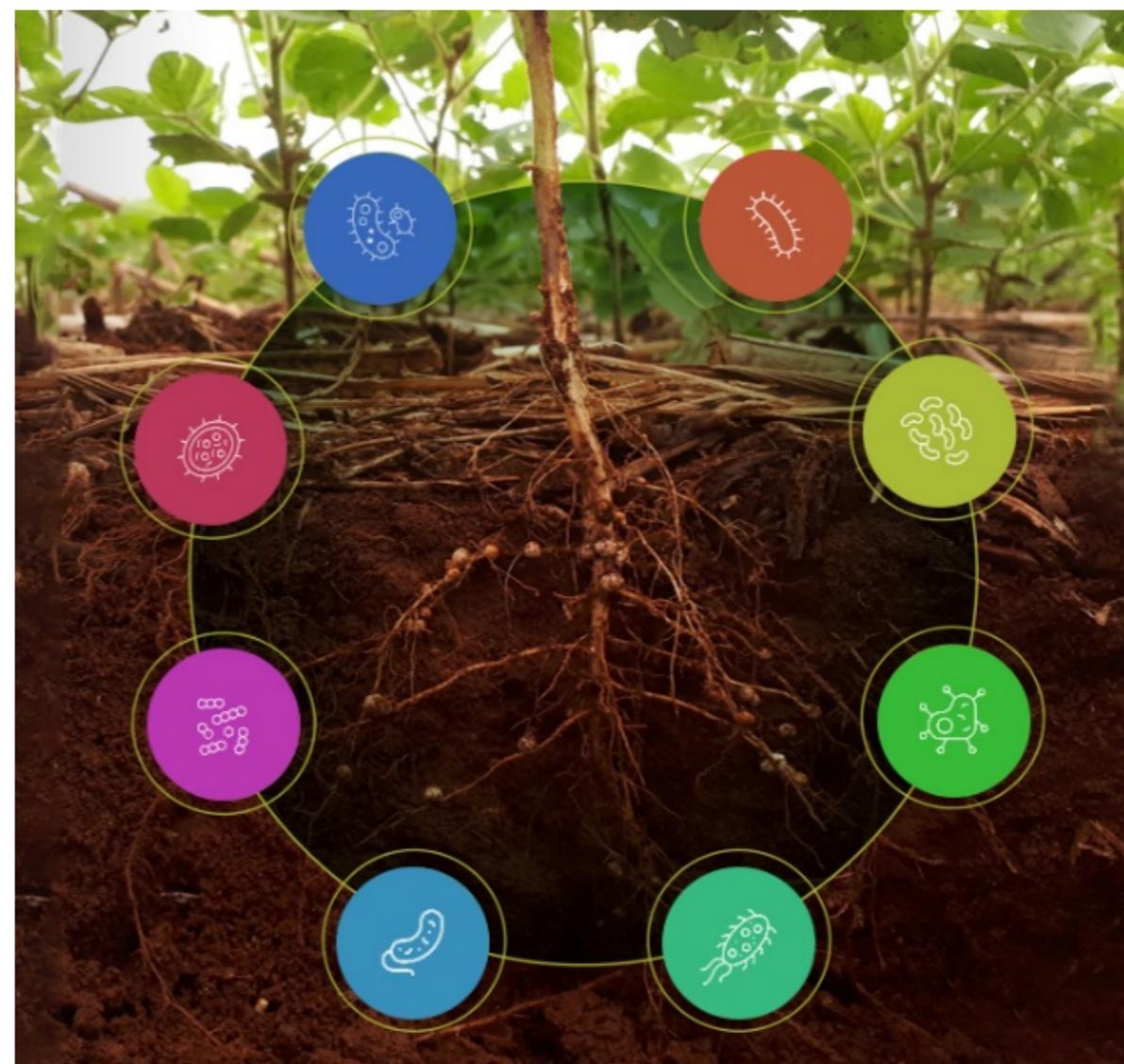
seu ciclo, as plantas liberam exsudados a essa região, que são compostos orgânicos capazes de alimentar os microrganismos ali presentes, como fungos micorrizos e bactérias que são responsáveis entre muitas funções, por:

- decomposição da matéria orgânica do solo;
- solubilizar nutrientes de forma que fiquem totalmente disponíveis para as plantas;
- fixar o nitrogênio atmosférico.

As raízes contribuem diretamente na garantia da boa estruturação do solo porque promovem a agregação das partículas e criam canais que favorecem a circulação da água, aumentando a permeabilidade deste solo.

Em síntese, a rizosfera é essencial pois a interação entre as raízes e o solo promove processos químicos, físicos e biológicos capazes de melhorar e garantir a saúde e a produtividade do solo a longo prazo.

Agora que entendemos toda a dimensão do solo, os seus pilares a sua relação com as plantas, como realmente saber que o seu solo é saudável?



INDICADORES BIOLÓGICOS DE SAÚDE DO SOLO

Como pudemos perceber, o solo possui uma variedade de processos e dinâmicas que ocorrem concomitantemente, desafiando a forma sobre como mensuraremos, em tempo real, a sua qualidade física, química e biológica.

Porém, ainda assim, muito se construiu no intuito de definir o real status da sua qualidade biológica - visando não somente atestar sua saúde, mas também aprimorar a performance agrícola, garantindo assim elevadas produtividades a curto, médio e longo prazo.

Alguns indicadores que estão sendo utilizados para ajudar você, produtor, a atestar e mensurar a saúde do seu solo:

- a biomassa microbiana do solo;
- o nitrogênio mineralizável;
- a respiração microbiana do solo;
- a atividade enzimática;
- o quociente metabólico.

A Embrapa Cerrados lançou a BioAS, uma análise que consiste na quantificação da atividade de duas enzimas relacionadas a atividade biológica do solo: beta-glicosidase e arilsulfatase. Elas participam do ciclo do carbono e do enxofre, por isso, quando identificada uma razoável quantidade delas no solo, significa ser um ambiente biologicamente saudável.

MANEJO E SAÚDE DO SOLO

Muitas das práticas que são realizadas atualmente, que são mandatórias para a viabilidade da produção agrícola, resultam na redução da diversidade biológica dos solos.



O ideal é que o manejo preze pela qualidade química, física e biológica do solo, visando promover o conforto necessário para o máximo desenvolvimento das plantas cultivadas e aumente a diversidade biológica. Abaixo, listamos as principais estratégias de manejo que ajudam o solo se manter saudável e suas produtividades elevadas:

Rotação de culturas

A rotação de culturas é alternância de culturas em uma mesma área, o que otimiza a questão dos nutrientes do solo, pois cada cultura tem uma necessidade nutricional, explorando-o de formas diferentes. Leguminosas, como exemplo, possuem a capacidade maior de fixar nitrogênio atmosférico no solo do que outras culturas.

E também possuem sistemas radiculares diferentes que conferem maior





desenvolvimento do perfil do solo e diversidade de matéria orgânica para os microrganismos.

Cobertura vegetal no solo

A prática exige que o solo seja coberto por plantas vivas ou resíduo vegetal, como a palhada, e com isso, contribuem diretamente na redução da erosão. Quando exposto, partes do solo são removidas por ação das chuvas ou ventos, o que acarreta a sua degradação.

As plantas de cobertura também são uma excelente opção para a melhoria da qualidade do solo pois elas ajudam na regulação da temperatura, a fim de evitar que ele aqueça ou esfrie mais do que o ideal. Dessa forma, o solo se torna um ambiente mais confortável para o desenvolvimento da microbiota.

Plantio direto

Uma das práticas mais recomendadas atualmente quando falamos de saúde do solo, pois ela preza por, além de rotacionar culturas e plantar sobre a palhada da cultura anterior, também pela ausência ou o mínimo de revolvimento do solo, preservando seus pilares químico, físico e biológico.

Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Lavoura-Pecuária

O sistema de manejo que integra lavoura-pecuária-floresta promove a diversificação da cobertura vegetal e da ciclagem de nutrientes, favorável às plantas e aos microrganismos.

Adubação e produtos biológicos

É essencial, pensando em um manejo com qualidade biológica, que se use insumos que promovam a entrada e a ativação de organismos benéficos ao solo e à lavoura. Isso inclui o uso de inoculantes biodefensivos, fontes de microrganismos para o aumento da biodiversidade e também fertilizantes que interajam com a microbiologia do solo.

A interação com a microbiologia do solo deve considerar que o mesmo siga saudável e possa perpetuar as boas condições por muitas gerações ajudando o mundo a produzir os alimentos que precisa.



QUE TECNOLOGIA DE FERTILIZANTE POSSO UTILIZAR NO MEU SOLO PARA QUE ELE SEJA MAIS SAUDÁVEL?

Uma tecnologia que existe hoje no mercado e permite que você tenha um solo mais saudável, produtivo e longo é o **Performa Bio**, da Mosaic Fertilizantes.

O **Performa Bio** é a combinação de fertilizante mineral com tecnologia exclusiva que nutre as plantas e promove a saúde do solo na mesma aplicação.

O Performa Bio contribui para aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, o que acarreta em um melhor desenvolvimento das culturas, elevando os patamares de produtividade.

A nova tecnologia é o resultado de estudos realizados em três safras (2019/20, 2020/21 e 2021/22), em 24 locais diferentes, distribuídos em nove estados brasileiros e com 85 experimentos, que trouxe produção de +5,1 scs/ha em relação ao manejo convencional*.

*Produtividade destacada na cultura da soja, em comparação ao manejo convencional. As imagens e informações dessa campanha são meramente ilustrativas e podem apresentar variações nos resultados e nas ofertas. A Mosaic Fertilizantes não fornece garantia, expressa ou implícita, quanto a precisão dos resultados que poderão ser obtidos com o uso do produto.

Saiba mais sobre o **Performa Bio** e melhore a saúde do seu solo, aumentando a produtividade e a sustentabilidade da sua lavoura!



CLIQUE AQUI E SAIBA MAIS!

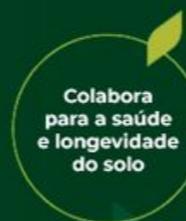


Performa Bio



O FERTILIZANTE MINERAL COM TECNOLOGIA **EXCLUSIVA** QUE NUTRE AS PLANTAS E BENEFICIA A SAÚDE DO SOLO NA **MESMA APLICAÇÃO**.

Com tecnologia pioneira, Performa Bio aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo, proporcionando melhor desenvolvimento das culturas, maior tolerância a estresses abióticos e mais sustentabilidade no manejo, elevando ao máximo os patamares de produtividade da sua lavoura.



Saiba mais em nutricaoesafras.com.br e peça ao seu distribuidor.

*As imagens e informações dessa campanha são meramente ilustrativas e podem apresentar variações nos resultados e nas ofertas. A Mosaic não fornece garantia, expressa ou implícita, quanto a precisão dos resultados que poderão ser obtidos com o uso do produto. Para mais informações, por favor acesse o site nutricaoesafras.com.br.

