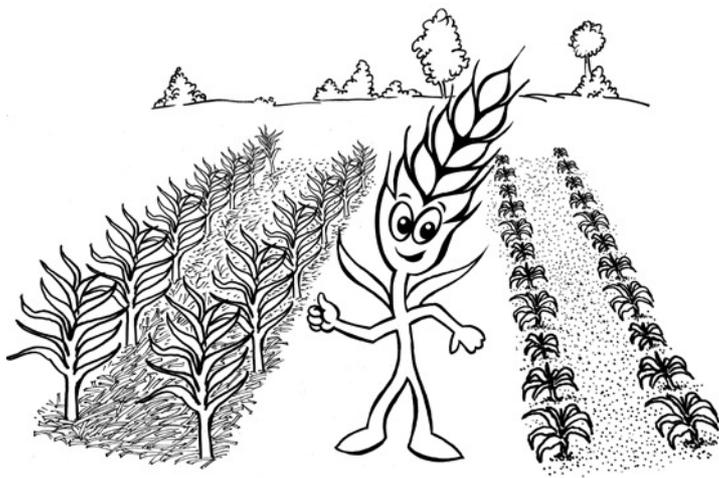


3 Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto



José Eoir Denardin
Antonio Faganello

71 O que é solo?

Sob o enfoque elementar, solo é um corpo componente da paisagem natural, formado por uma matriz de sólidos que abriga líquidos, gases e organismos vivos, compondo um complexo sistema físico-químico-biológico. Assim, solo é dotado de características e de propriedades resultantes dos efeitos do clima, do relevo, da atividade biológica e do tempo atuantes sobre o material de origem, bem como da ação do ser humano.

Sob o enfoque funcional, solo é o meio natural onde se desenvolvem as plantas, atuando como elemento de suporte físico e de disponibilização de água e de nutrientes. Sob esse enfoque, o solo é um fator determinante da produtividade da lavoura ou do sistema agrícola produtivo.

Solo é ainda um recurso natural renovável, patrimônio da coletividade, essencial à vida e à soberania da nação, independentemente de seu uso e posse. Contudo, na escala de tempo de vida do ser humano, o solo deve ser tratado como recurso natural não renovável, tendo em vista que as taxas de erosão provocadas pela atividade humana podem superar, em muito, a taxa de erosão natural, de renovação e de formação do solo agricultável. É importante notar que o uso do solo interfere nos demais recursos naturais, na produção agrícola, na segurança alimentar, na saúde humana, na emergência de ambiência e no desenvolvimento econômico, social e ambiental de uma nação.

72 Quais são as propriedades desejadas para os solos cultivados com trigo?

Para ser cultivado com trigo – ou com qualquer outra espécie de interesse econômico – o solo deve ser fértil, ou seja, possuir as seguintes propriedades indicadoras de sua fertilidade:

- Capacidade para armazenar e disponibilizar água para as plantas.

- Capacidade para armazenar e difundir calor.
- Adequada permeabilidade à água e ao ar ou a gases.
- Reação do solo ou pH do solo, preferencialmente, na faixa entre 5,0 e 6,5.
- Disponibilidade de nutrientes em suficiência para as plantas.
- Ausência de elementos tóxicos disponíveis em nível de dano.
- Baixa resistência à penetração de raízes.

73 Como diferenciar ecossistema de agroecossistema?

Ecossistema é o conjunto das relações que ocorrem entre os fatores bióticos (animais, vegetais e microrganismos) e abióticos (ar, água, luz, calor, solo e minerais), que atuam, simultaneamente, em determinado meio, sem a interferência humana.

Em determinado ecossistema, a intervenção humana, com a finalidade de estabelecer uma lavoura ou um sistema agrícola produtivo, resulta na alteração dos fluxos de matéria e de energia, na desarticulação da sincronia entre os ciclos naturais e no rompimento do equilíbrio dinâmico existente, transformando-o em agroecossistema – que pode ser conceituado de forma similar a ecossistema – sendo entendido como o conjunto de relações mútuas entre fauna (animais), flora (vegetais) e microrganismos, em interação com fatores geológicos, atmosféricos e meteorológicos, mas acrescido da intervenção antrópica ou humana, classificadas em:

- Intervenção de natureza energética: adição de mão de obra, uso de combustível, emprego de mecanização agrícola, de mobilização de solo, etc.
- Intervenção de natureza material: substituição das espécies vegetais e animais, alteração do material orgânico produzido, adição de corretivos, de fertilizantes e de agroquímicos, retiradas de fitomassa por meio de colheitas, etc.

Dependendo da intensidade e do modo como essas interferências humanas são processadas, elas poderão resultar na conservação ou na degradação do agroecossistema e, inclusive, dos sistemas do entorno.

74 Qual é o significado de sistema agrícola produtivo e de modelo de produção?



O sistema agrícola produtivo é representado pela interação entre os fatores clima, planta e solo. Nessa interação, o fator clima participa com o potencial energético; o fator planta, com o potencial genético; e o fator solo, com o potencial fertilidade.

A produtividade agrícola, isto é, a quantidade de produto gerada por unidade de área num sistema agrícola produtivo, é o resultado da interação entre esses três fatores e seu valor não pode ser maior que aquele determinado pelo fator mais limitante, sendo essa condição denominada de efeito da “lei do fator limitante”. O manejo de um sistema agrícola produtivo nada mais é que a exploração conjunta das potencialidades dos fatores de produção que o compõem.

Por sua vez, modelo de produção compreende o arranjo no espaço e no tempo das espécies vegetais e/ou animais que compõem os sistemas agrícolas produtivos.

O fator planta, ou seja, o modelo de produção adotado num sistema agrícola produtivo, define a quantidade e a qualidade do material orgânico que é adicionado ao solo, bem como a frequência com que essa adição ocorre. O modelo de produção interfere na taxa de decomposição do material orgânico adicionado ao solo e, conseqüentemente, na quantidade e na qualidade da matéria orgânica que será gerada nesse solo. Portanto, são as espécies

vegetais e animais componentes dos modelos de produção que determinam a intensidade da atividade biológica do solo. Sob o ponto de vista agrônomo, é a atividade biológica que define a qualidade da estrutura do solo e é a estrutura do solo que determina o nível de sua fertilidade.

De outra forma, o modelo de produção de um sistema agrícola produtivo interfere nas propriedades do solo que lhe conferem capacidade produtiva, as quais são expressas não apenas pela reação do solo (pH) e disponibilidade de nutrientes, mas também pelas seguintes propriedades:

- Armazenamento e disponibilidade de água para as plantas.
- Armazenamento e difusão de calor.
- Permeabilidade do solo à água e ao ar e a gases.
- Reação do solo ou pH do solo.
- Disponibilidade de nutrientes para as plantas.
- Baixa resistência à penetração de raízes.

Para as regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, são requeridos cerca de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha de matéria seca por ano agrícola, para atender à demanda da atividade biológica do solo na manutenção da sua fertilidade.

75 O que é conservacionismo?

Conservacionismo é a gestão do uso dos recursos naturais, de modo a produzir benefícios à humanidade, mantendo seus potenciais necessários para as gerações futuras. Compreende ações de preservação, manutenção e de recuperação dos recursos naturais.

76 Qual é o significado de preservação dos recursos naturais?

Preservação compreende o resguardo de recursos naturais os quais não admitem interferências antrópicas. Preservação refere-se à defesa de ecossistemas que não devem sofrer qualquer intervenção

ou alteração causada por humanos, tanto de forma direta – pela exploração de seus componentes – quanto de forma indireta, pelo impacto resultante da exploração de sistemas vizinhos. Áreas de Preservação Permanente (APP) são exemplos desse tipo de ecossistemas.

77 Qual é o significado de manutenção dos recursos naturais?

Manutenção compreende o uso de recursos naturais, mediante correção e ajuste de suas deficiências, sem reduzir suas potencialidades originais. Manutenção refere-se à exploração e/ou ao uso de recursos naturais, por meio de interferências antrópicas, com correção e ajuste de suas deficiências e alteração de suas peculiaridades, sem comprometer suas potencialidades originais.

Lavouras ou sistemas agrícolas produtivos são agroecossistemas submetidos a variados níveis de interferência do ser humano. Quando conduzidos, respeitando-se o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade de forma a não causar danos ao potencial original dos recursos naturais que o compõem ou aos sistemas vizinhos, representam exemplos de ações de manutenção dos recursos naturais.

78 Qual é o significado de recuperação ou restauração dos recursos naturais?

Recuperação ou restauração compreende a regeneração de recursos naturais a exercerem suas funções originais que sofreram degradação antrópica, suprimindo-se, primeiramente, os fatores que provocam sua degradação.

A taxa de emissão de gases de efeito estufa, em lavouras exploradas com monocultura e preparo intenso do solo, por exemplo, pode ser restaurada ou recuperada mediante a implantação de ações que reduzam a intensidade de mobilização do solo e elevem e diversifiquem a adição de material orgânico.

79 O que é conservação do solo?

Conservação do solo é a ciência que estuda, desenvolve e divulga ações de preservação, manutenção e recuperação ou restauração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, mediante o estabelecimento de critérios técnicos para sua ocupação e uso, sem comprometer seu potencial produtivo original.

80 O que se entende por biodiversidade?

Biodiversidade é o conjunto de toda a vida no planeta Terra, incluindo todas as diferentes espécies de plantas, animais e microrganismos (estimadas em mais de 10 milhões de espécies), incluindo-se:

- Toda a variabilidade genética dentro das espécies (estimada em 10 a 100 mil genes por espécie).
- Toda a diversidade de ecossistemas formados por diferentes combinações de espécies.

81 O que é agricultura conservacionista?

Agricultura conservacionista é a forma de cultivar a terra, em conformidade com o conceito de conservacionismo e os fundamentos da ciência da conservação do solo. É entendida como a agricultura conduzida sob a proteção de um conjunto de tecnologias, cujo objetivo é manter e recuperar ou restaurar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade em harmonia com o uso de insumos externos, preservando os ecossistemas vizinhos.

Envolve um conjunto de princípios ou práticas agrícolas que minimiza alterações na estrutura, na composição e na biodiversidade do solo. Esse conjunto de princípios constitui a base de sustentação da atividade agrícola, conservando o solo, a água, o ar e a biologia do solo, prevenindo poluição, contaminação e degradação de

ecossistemas e demais sistemas do entorno, reduzindo o uso de combustíveis fósseis e equilibrando a taxa de emissão de gases de efeito estufa.

Esse tipo de agricultura é entendido como uma agricultura eficiente na utilização dos recursos naturais, tendo por objetivo:

- Gerar competitividade para o agronegócio.
- Atender às necessidades socioeconômicas.
- Garantir a segurança e a qualidade alimentar.
- Preservar o ambiente.

82 O que são práticas conservacionistas de manejo de solo?

São todas as práticas agrícolas estabelecidas pela agricultura conservacionista. No Brasil, para as condições de solo das regiões de clima subtropical e tropical, esse conjunto de práticas envolve:

- Obediência à aptidão agrícola das terras, resguardando ecossistemas sensíveis, como áreas de preservação permanente, áreas de topo de montanhas e de morros, áreas de encostas acentuadas, restingas, mangues, reservas legais, etc.
- Respeito à capacidade de uso do solo.
- Erradicação da queima de restos culturais.
- Manutenção do solo permanente coberto, seja por plantas vivas, seja por plantas mortas ou restos de cultura, e, se necessário, pelo cultivo de adubos verdes ou de plantas de cobertura.
- Redução ou supressão do preparo de solo para a semeadura das culturas.



- Diversificação de espécies, em rotação, consorciação e/ou sucessão de culturas.
- Diversificação de sistemas de produção (simples e integrados).
- Adição de material orgânico ao solo, em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a necessidade da biologia do solo.
- Redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura da próxima cultura (processo colher e semear).
- Aplicação da agricultura de precisão (controle de tráfego de máquinas e de animais sobre o solo agrícola e uso suficiente e preciso de insumos na fertilização do solo e no manejo integrado de pragas).
- Implantação de práticas mecânicas para o manejo de enxurrada e o controle de erosão como semeadura em contorno, culturas em faixas, cordões vegetados, taipas ou barreiras de pedra, terraços em nível, terraços em desnível com canais escoadouros revestidos, canais divergentes revestidos, adequação de estradas rurais, etc.

83 O que é plantio direto ou semeadura direta?

Plantio direto ou semeadura direta é o ato de depositar, no solo, sementes, plantas ou partes de plantas na ausência de preparo prévio do solo, mediante aração, escarificação e/ou gradagem e, conseqüentemente, manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.

Esse conceito é fiel ao conceito de zero-tillage, no-tillage ou no-till (sem preparo do solo ou sem amanho do solo) usados na Inglaterra e nos Estados Unidos, de onde essa técnica foi introduzida em 1969, sob o enfoque de um simples método alternativo de preparo reduzido do solo.

O plantio direto na palha tem o mesmo conceito de plantio direto ou de semeadura direta, apenas ressaltando a necessidade de

manutenção dos resíduos de planta da cultura anterior na superfície do solo. Entretanto, esse aspecto não assegura a adoção de:

- Diversificação de modelos de produção.
- Cobertura permanente do solo.
- Adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência requerida pela biologia do solo.

Portanto, plantio direto, semeadura direta e plantio direto na palha envolvem apenas dois princípios da agricultura conservacionista:

- Redução ou supressão do preparo do solo.
- Manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.

Para as condições de solo das regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, esses dois princípios são insuficientes para promoverem o conservacionismo em lavouras. Nessas regiões, a agricultura conservacionista requer discernimento ou domínio de conhecimentos em manejo de solo e de cultura, para eleger um conjunto de práticas mais abrangente e mais eficaz do que simplesmente o abandono do preparo do solo e a manutenção dos restos de cultura na sua superfície.

84 O que é sistema plantio direto (SPD)?

Sistema plantio direto é uma expressão genuinamente brasileira. Surgiu em meados da década de 1980, em consequência da percepção de que a viabilidade do plantio direto ou da semeadura direta, de modo contínuo e ininterrupto, nas regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, requeria um conjunto de tecnologias ou de princípios da agricultura conservacionista mais amplo do que simplesmente a redução ou supressão do preparo do solo e a manutenção dos restos de cultura na sua superfície.

Em consequência disso, o sistema plantio direto passou a ser entendido como um conjunto de tecnologias ou de princípios da agricultura conservacionista destinado à exploração de sistemas agrícolas produtivos, envolvendo mobilização de solo apenas na linha ou na cova de semeadura ou de plantio, manutenção dos

restos de cultura na superfície do solo e diversificação de espécies em modelos de produção, via rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas.

No início da década de 2000, o conceito de sistema plantio direto foi ampliado, passando a incorporar o processo colher e semear, que representa a redução ou a supressão do intervalo de tempo entre uma colheita e a semeadura da cultura subsequente, que tem efeito direto na adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatível com a demanda da biologia do solo, que é da ordem de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha por ano e na manutenção da sua cobertura permanente.

O sistema plantio direto na palha tem o mesmo conceito de sistema plantio direto, apenas enfatizando a presença obrigatória de palha na superfície do solo, condição esta que já está implícita na palavra sistema. O sistema plantio direto engloba o plantio direto, a semeadura direta, o plantio direto na palha e o sistema plantio direto na palha.

Assim, enquanto o plantio direto ou a semeadura direta atende apenas a dois princípios da agricultura conservacionista (redução ou supressão do preparo do solo e manutenção da palha na superfície do solo), o sistema plantio direto, em razão da palavra “sistema”, atende, pelo menos, a seis princípios da agricultura conservacionista, quais sejam:

- Mobilização de solo apenas na linha ou na cova de semeadura ou de plantio.
- Manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.
- Diversificação de modelos de produção, organizados em rotação, consorciação e/ou sucessão de culturas.
- Processo colher e semear (redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a próxima semeadura).
- Adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatível com a demanda da biologia do solo, que é da ordem de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha por ano.
- Manutenção da cobertura permanente do solo.

85 Pode-se esperar maior produtividade da cultura de trigo no sistema plantio direto, em relação ao preparo convencional?

A simples adoção do sistema plantio direto não é considerada fator responsável pelo aumento da produtividade da cultura de trigo. Contudo, sem dúvida, esse sistema é responsável pela redução dos custos de produção e, em decorrência, responsável pela elevação da rentabilidade da lavoura de trigo.

86 O sistema plantio direto pode ser adotado em qualquer tipo de área agrícola?

Sim, desde que sejam levados em consideração os princípios estabelecidos pela agricultura conservacionista.

87 O sistema plantio direto favorece a atividade microbiana no solo?

Quando comparado ao preparo convencional ou ao preparo mínimo ou reduzido do solo, o sistema plantio direto favorece a diversificação e a estabilização da atividade biológica desse solo ao longo do tempo. O revolvimento do solo, promovido pela aração, escarificação e/ou gradagem, incorpora ou mistura os restos de cultura ao solo, oxigena o solo e, conseqüentemente, ativa a biologia do solo, acelerando a decomposição dos restos de cultura e da própria matéria orgânica presente no solo.

Ao restringir o revolvimento do solo apenas à linha de semeadura, o sistema plantio direto não ativa a biologia do solo na intensidade equivalente ao preparo convencional e ao preparo mínimo ou reduzido e, assim, retarda a decomposição dos restos de cultura. O retardamento da decomposição dos restos de cultura é uma forma de reduzir a taxa de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Qual é a quantidade de biomassa produzida pela cultura do trigo e quais práticas podem aumentar sua produção?

Não há relação fixa entre a produtividade de grãos de trigo e a produtividade de palha de trigo. Além de variar de cultivar para cultivar, de lavoura para lavoura, de safra para safra e do manejo aplicado na cultura, essa relação depende, também, da incidência de doenças de espiga, que pode reduzir a produtividade de grãos, sem interferir na produtividade de palha. Assim, todos os tratamentos culturais aplicados na lavoura de trigo, objetivando aumentar a produtividade de grãos, sem dúvida, proporcionam melhor qualidade e maior quantidade de palha por unidade de área cultivada.

Como reforçar a necessidade de estruturas de contenção de enxurrada para o financiamento oficial das lavouras, visando melhorias e avanços no manejo do sistema plantio direto?

A necessidade de se estruturar lavouras com obras mecânicas, para conter enxurrada e controlar erosão hídrica, depende:

- Do relevo da área cultivada.
- Das características das chuvas da região.
- Do tipo e uso do solo.
- Do manejo do solo.
- Das espécies cultivadas.

Entretanto, destaca-se que estruturas de contenção de enxurrada não são obras complementares do sistema plantio direto. Ao contrário, é o sistema plantio direto que deve ser praticado em lavouras previamente estruturadas, para conter a enxurrada.

Diante da intensidade e do tempo de duração das chuvas e da quantidade de chuva que ocorre nas regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, pode-se afirmar que toda área de lavoura, com comprimento de declive superior a 120 m, requer obra mecânica para conter a enxurrada e controlar a erosão hídrica, independentemente:

- Do grau de declividade do terreno.

- Do tipo de solo que apresenta.
- Do manejo praticado.

É importante salientar que a palha na superfície do solo o protege contra a energia erosiva das gotas de chuva, mas não o protege contra a energia da enxurrada. Em áreas declivosas, com mais de 120 m de comprimento de pendente, já há risco de a energia da enxurrada superar a capacidade da palha em proteger o solo e, assim, desencadear erosão hídrica entre sulcos e em sulcos.

A semeadura em contorno ou em nível e o terraceamento agrícola são as práticas mecânicas mais comuns e mais eficazes para auxiliar na contenção de enxurrada e no controle da erosão hídrica.

90 O que são curvas de nível?

Curvas de nível são linhas que ligam pontos de mesma cota ou de mesma altitude num terreno.

91 O que são terraços?

Terraços são estruturas mecânicas ou obras hidráulicas conservacionistas, constituídas por um camalhão e um canal, construídas transversalmente ao plano de declive do terreno. Essas obras estabelecem obstáculo físico à enxurrada, reduzindo a velocidade do escoamento superficial, promovendo sua infiltração no solo ou sua remoção, de forma segura e ordenada, para fora da lavoura, com o objetivo de amenizar riscos de erosão e proteger os mananciais (rios, lagos e represas).

92 O que é enxurrada?

Enxurrada é o excedente da água da chuva que não infiltra no solo e passa a escorrer sobre sua superfície.



93 Quais são os tipos de terraços?

Os terraços são classificados da seguinte maneira:

Quanto à forma como manejam a enxurrada:

- Terraço em nível, de retenção ou de absorção (retém o excesso de água da chuva, permitindo que infiltre no solo).
- Terraço com gradiente ou de drenagem (o excesso de água da chuva é conduzido, lentamente, para fora da área protegida).

Quanto à forma do camalhão e do canal:

- Terraço de base larga (amplitude da movimentação de solo para a construção de 6 m a 12 m).
- Terraço de base média (amplitude da movimentação de solo para a construção de 3 m a 6 m).
- Terraço de base estreita (amplitude da movimentação de solo para construção de até 3 m).

Quanto à forma como são construídos:

- Terraço tipo Nichols (construído mediante movimentação de terra sempre de cima para baixo).
- Terraço tipo Mangum (construído mediante movimentação de terra de cima para baixo e de baixo para cima, ora num sentido ora no outro, alternadamente).

94 O terraceamento controla, totalmente, a erosão do solo?

Não. O terraceamento não controla totalmente a erosão do solo, uma vez que sua função é, fundamentalmente, administrar a enxurrada, ou seja, dispersar apenas a energia erosiva da enxurrada, pois a energia erosiva das gotas de chuva é absorvida pela cobertura do solo.

De outra forma, ao subdividir o comprimento do declive, o terraceamento reduz apenas o potencial erosivo da enxurrada, amenizando riscos de erosão. Em termos agrícolas, práticas conservacionistas isoladas podem apenas reduzir ou minimizar a erosão, mas não eliminá-la.

A maximização do controle da erosão é obtida com a associação de práticas conservacionistas e não com práticas individualizadas. Assim, o efeito do terraceamento na redução do processo erosivo depende das demais práticas conservacionistas associadas.

95 Qual é o espaçamento ideal entre terraços?

O espaçamento entre terraços é variável. A determinação do espaçamento entre terraços é uma função:

- Do tipo de solo.
- Da declividade do terreno.
- Do regime de chuvas.
- Do manejo de solo e de culturas praticado.
- Do tipo de exploração agrícola.

Portanto, para cada condição de lavoura, existe um espaçamento ideal ou crítico entre terraços, que é determinado mediante modelos matemáticos específicos.

No Brasil, são quatro os métodos matemáticos empregados para determinar o espaçamento entre terraços. Dentre esses modelos, o que tem apresentado melhores resultados para as condições brasileiras é o Terraço for windows, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG, na década de 1990. O Terraço for windows diferencia-se dos outros três métodos por dimensionar terraços com base na técnica hidrológica da máxima enxurrada esperada na área a ser terraceada, usando-se dados de chuva locais ou da região, de solo e de manejo específicos da área alvo e considerando o tipo e as dimensões do canal do terraço que se deseja construir.

A aplicação da técnica Terraço for windows define espaçamentos entre terraços três a quatro vezes maiores que as técnicas anteriormente empregadas, com segurança hidrológica.

96 O que é espaçamento crítico entre terraços?

Espaçamento crítico entre terraços é a máxima distância permitida entre dois terraços sem que haja risco de erosão provocada

pela enxurrada, na faixa de lavoura protegida por eles. Em outras palavras, o espaçamento entre terraços torna-se crítico quando a capacidade erosiva da enxurrada supera a capacidade do solo e da cobertura vegetal em prevenir a erosão.

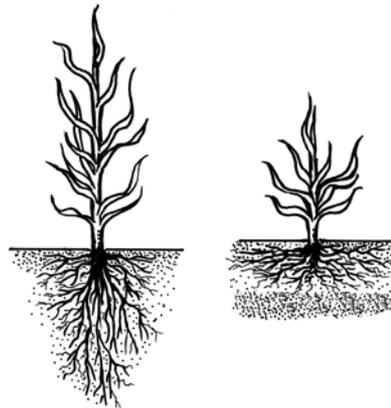
Além desse conceito de espaçamento crítico entre terraços, é importante conceituar comprimento crítico de uma pendente, pois essa medida é excelente indicador da necessidade, ou não, de se estabelecer uma obra mecânica em determinada lavoura.

Assim, o comprimento crítico de uma pendente é a máxima distância que a enxurrada pode percorrer ao longo de um declive, sem que transporte solo e/ou arraste restos de cultura, ou seja, provoque erosão entre sulcos ou em sulcos.

97 Quais são os problemas causados pela compactação do solo?

A compactação do solo causa dois problemas fundamentais na agricultura:

- Acelera o processo erosivo, pois reduz o fluxo ascendente de água no solo, quando da ocorrência de chuva, seja ascendente, quando da ocorrência de estiagem.
- Afeta a produtividade das culturas, pois oferece resistência ao pleno desenvolvimento do sistema radicular das plantas e reduz o fluxo ascendente de água no solo quando da ocorrência de estiagem, não disponibilizando água em suficiência para as plantas



A camada compactada dos solos cultivados no Brasil normalmente está situada entre 5 cm e 20 cm de profundidade. Essa camada é caracterizada pela baixa porosidade, a qual afeta a taxa de infiltração de água no solo, promovendo:

- Pequeno volume de água armazenada no solo para servir as plantas, gerando perdas de produtividade, e para alimentar o lençol freático, comprometendo a qualidade e a quantidade de água para o abastecimento humano e animal.
- Grande volume de água em escoamento superficial que transporta solo, corretivos, fertilizantes, defensivos agrícolas, material orgânico, etc. diretamente para os mananciais, gerando perdas econômicas e poluição ambiental.

Além desses aspectos, a compactação do solo provoca a concentração de raízes na camada superficial do solo, entre 0 cm e 5 cm de profundidade. Em decorrência, estresses hídricos se tornam frequentes, não apenas pela distribuição irregular das chuvas, mas, sobretudo, pela pequena quantidade de água que é capaz de ser armazenada e disponibilizada para as plantas, gerando perdas de produtividade. Todos esses prejuízos econômicos e ambientais podem estar sendo agravados pela tecnologia da adubação de precisão em adoção no País, ao preconizar a aplicação de corretivos e fertilizantes na superfície do solo, sem a devida atenção às obras mecânicas para manejar e conter a enxurrada.

A adoção do plantio direto ou da semeadura direta, com base tão somente nos dois princípios da agricultura conservacionista (abandono do preparo do solo e manutenção da palha na superfície do solo), associada à excessiva calagem na superfície do solo, à adubação na camada superficial desse solo e à ausência de obras mecânicas ou hidráulicas para prevenir a erosão, tem desencadeado um processo contínuo de degradação do solo.

A degradação do solo é percebida pela sua estratificação química e física na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade. A camada superficial, de 0 cm a 5 cm, apresenta elevada fertilidade e é favorável ao desenvolvimento de raízes das plantas. Contudo, a camada subsuperficial, de 5 cm a 20 cm, é compactada, com solo de elevada densidade, reduzida porosidade, baixa permeabilidade ao ar e à água e alta resistência à penetração, limitando severamente o desenvolvimento radicular das plantas.

O método mais apropriado é o exame morfológico de raízes de plantas, feito, preferencialmente, no estágio de máximo desenvolvimento vegetativo da cultura. O método mais difundido é o do exame do perfil do solo em pequenas trincheiras (30 cm de lado por 50 cm de profundidade), abertas em vários pontos da lavoura.

Além desses métodos, também podem-se usar penetrômetro e penetrógrafo, instrumentos constituídos por uma haste metálica e um manômetro, cujo princípio de funcionamento baseia-se no registro da variação da força necessária para a introdução da haste no solo.

Sugere-se que a avaliação da compactação do solo, mediante o uso de penetrômetro, seja feita 24 horas após uma chuva que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

A camada compactada, oriunda do manejo inadequado do solo, normalmente situa-se na profundidade de 5 cm a 20 cm.

Na camada compactada, a densidade de raízes é reduzida, e estas podem apresentar deformações, como tortuosidades não características da planta e perda da seção cilíndrica, assumindo forma achatada. Essa sintomatologia é resultante de esforços da planta para vencer as restrições impostas pelas condições físicas do solo.

A camada compactada pode ser identificada por meio da observação do aspecto morfológico da estrutura do solo e/ou da resistência relativa que esse solo oferece ao toque com qualquer instrumento pontiagudo, efetuados a partir da superfície do solo até o limite inferior da trincheira.

Para se executar esse método é indispensável o conhecimento da estrutura natural do solo em observação, que pode ser conhecida aplicando-se esse mesmo procedimento em áreas de mesmo tipo de solo, adjacentes à lavoura, ainda sob vegetação natural.

Sugere-se que a avaliação da compactação do solo, mediante o uso de penetrômetro, seja feita 24 horas após uma chuva que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

99 Qual é o valor limite de compactação e/ou adensamento do solo, para a cultura do trigo?

O valor máximo de resistência do solo ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, inclusive do trigo, é da ordem de 2 kgf/cm², quando o solo estiver com a umidade equivalente à da capacidade de campo, ou seja, cerca de 24 horas após uma chuva ou irrigação que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

100 Quais são as principais evidências de degradação física dos solos?

As principais evidências de degradação física de um solo são:

- Baixa taxa de infiltração de água no solo, perceptível pela ocorrência de enxurrada com chuvas de baixa intensidade.
- Presença de sulcos de erosão.
- Raízes deformadas e concentradas na camada superficial do solo, tanto das espécies cultivadas, quanto de plantas daninhas.
- Elevada resistência do solo à penetração de raízes e a operações mecânicas de mobilização de solo.
- Entre outras, deficiência de água pelas plantas em curtos períodos sem chuva.

101 Quais são as principais práticas para diminuir a compactação do solo?

A descompactação do solo não está associada simplesmente ao ato de romper e fragmentar a camada compactada, mas ao tempo em que o solo permanecerá livre de nova compactação. Portanto,

to, a descompactação do solo só é efetivada quando associa práticas mecânicas a práticas vegetativas, seja no ato da operação de descompactação, seja no manejo a ser adotado a partir desta operação.

Para simplesmente romper e fragmentar a camada compactada, pode-se empregar arado, regulado para operar a, pelo menos, 25 cm de profundidade, e escarificador, com possibilidade de espaçar as hastes entre si na razão de 1,2 a 1,3 vezes a profundidade de operação, quando as ponteiros das hastes tiverem cerca de 7 cm de largura. Para hastes com ponteiros mais estreitas, o espaçamento entre as hastes deverá obedecer a razões menores que 1,2 vezes a profundidade de operação.

Essa operação somente surtirá efeito se realizada quando o solo se apresentar com umidade na faixa de friabilidade. Contudo, para imprimir durabilidade aos efeitos dessa operação, é indispensável o cultivo imediato de uma espécie vegetal caracterizada por apresentar intenso e agressivo sistema radicular, objetivando preencher os espaços vazios criados pela ruptura da camada compactada. Para isso, as espécies adequadas são os cereais de verão (milheto, sorgo forrageiro, capim sudão, milho, milho consorciado com braquiária, etc.) e cereais de inverno (centeio, aveia branca e aveia preta).

É imprescindível destacar que a durabilidade da descompactação do solo dependerá do manejo de solo e de culturas que serão adotados nas safras agrícolas subseqüentes, os quais estão descritos nas questões que tratam do conceito de agricultura conservacionista e de sistema plantio direto. Além disso, o emprego de semeadoras equipadas com elementos rompedores de solo tipo haste sulcadora, para semeadura de espécies que requerem espaçamento superior a 35 cm (soja, milho, sorgo, feijão, algodão, etc.), é também uma forma de amenizar e de prevenir os efeitos da compactação do solo.

102

No sistema integração lavoura-pecuária, o problema de compactação do solo é maior?

A compactação do solo ou a degradação do solo não depende do sistema de produção praticado, mas de como o modelo de produção é estruturado e de como o sistema de produção é manejado.

Para prevenir a compactação ou a degradação do solo, há que se considerar os princípios da agricultura conservacionista, tanto para compor o modelo de produção a ser adotado quanto para definir o manejo de solo e de cultura a ser praticado.

103 Qual é a umidade adequada do solo para se prepará-lo para plantio?

A condição ideal para operações no solo (aração, escarificação, gradagem e semeadura), é quando ele se encontra na faixa de umidade equivalente à friabilidade. Em campo, essa faixa de umidade pode ser facilmente identificada. Para isso, um torrão de solo deve ser coletado a 10 cm de profundidade, com diâmetro entre 2 cm e 5 cm e exercido sobre ele leve pressão entre os dedos polegar e indicador. Se o torrão desagregar-se, sem oferecer grande resistência e sem moldar-se ao formato dos dedos, é porque o solo encontra-se com a umidade na faixa de friabilidade.

104 Como a umidade do solo afeta as operações de preparo?



Quando o solo é preparado na condição de umidade inferior à da faixa de friabilidade, este tenderá a formar torrões. Quando o preparo do solo é feito na condição de umidade superior à da faixa de friabilidade, esse solo tenderá a compactar-se e a formar torrões. A presença de torrões no solo afeta a qualidade da semeadura; da germinação das sementes; e da emergência das plântulas, com efeitos negativos sobre o estande de plantas desejado.

A compactação do solo é um processo de degradação de sua estrutura e, conseqüentemente, de sua fertilidade, pois, além de elevar sua resistência ao desenvolvimento das raízes das plantas, reduz o armazenamento e a disponibilidade de água para as plantas;

reduz o fluxo de ar ou de gases no solo; reduz a permeabilidade do solo à água e ao ar e gases; normalmente, baixa o pH do solo; e interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

105

Por que a rotação de culturas é considerada prática fundamental na cultura de trigo, no sistema plantio direto?

A rotação de culturas não, necessariamente, é prática fundamental para o cultivo de trigo em áreas manejadas sob o sistema plantio direto. O que, na realidade, é fundamental para o sucesso de qualquer espécie cultivada em sistema plantio direto é a diversificação de culturas.

A diversificação de culturas poderá ser feita via rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas. O que é importante na diversificação de culturas é evitar o cultivo sucessivo de espécies que apresentam problemas fitossanitários comuns e/ou que produzam restos de culturas de rápida decomposição.

O cultivo sucessivo de espécies com problemas fitossanitários comuns resulta na proliferação dos agentes causais dos problemas fitossanitários, e o cultivo de espécies produtoras de restos de cultura de rápida degradação resulta na redução ou ausência de cobertura permanente do solo. Exemplificando: em relação a problemas fitossanitários, não é indicado o cultivo de trigo em lavoura que foi cultivada com triticale (X *Triticosecale* Wittmack) no ano anterior e não é indicado o cultivo de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) ou de canola (*Glycine max* L.) antecedendo a cultura de soja.

Em relação à redução ou à ausência de cobertura permanente, não é indicado o cultivo sucessivo de canola/soja, nabo forrageiro/soja, ervilhaca/soja, etc. Especificamente, na cultura de trigo, o importante é evitar seu cultivo em dois anos agrícolas subsequentes.

106

Por que o monocultivo de trigo não é indicado?

O monocultivo de trigo (ou de qualquer outra espécie) não é indicado, porque gera problemas como:

- Pragas.
- Doenças.
- Plantas daninhas sem controle.
- Desequilíbrio biológico do solo.
- Degradação física do solo.
- Desbalanceamento das propriedades químicas do solo, com consequente queda de produtividade do sistema agrícola produtivo praticado.

107

Existem culturas que prejudicam ou ajudam o trigo, quando cultivado em sucessão a elas?

Sim. Toda espécie que é hospedeira de praga e/ou de doença, comum à cultura de trigo – e que antecede a cultura de trigo – poderá prejudicar o pleno desenvolvimento dessa cultura. Toda cultura que tenha baixa relação entre C (carbono) e N (nitrogênio), ou seja, toda cultura cujos restos culturais se decomponham, rapidamente, pode contribuir com a disponibilização de nutrientes para a cultura de trigo. Por isso é que a cultura de soja é ótima opção para anteceder a cultura de trigo. Na região de clima subtropical do Brasil, quando o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) é cultivado após a colheita de milho, também é excelente opção para anteceder a cultura de trigo.

108

Quais são as espécies indicadas na rotação de culturas com o trigo, no sistema plantio direto?

A adoção do sistema plantio direto em regiões de clima subtropical e tropical exige, obrigatoriamente, diversificação de culturas (rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas) ao longo do tempo. O importante é evitar o monocultivo, ou seja, evitar o cultivo de uma única espécie ao longo do tempo, como, por exemplo, soja/pousio/soja.

Na diversificação de culturas, ao longo das safras, é conveniente revezar, espécies pertencentes a diferentes famílias. Não é indicado, por exemplo, cultivar milho/trigo, pois essas duas culturas pertencem

à mesma família, isto é, à família das poáceas. Quando se cultiva milho na safra de verão, imediatamente após a colheita desse milho, sugere-se que seja cultivado nabo forrageiro, por exemplo, como cultura de cobertura de solo, para, a seguir, se cultivar trigo.

Nesse caso, o modelo de produção é composto por milho/nabo forrageiro/trigo, em que o nabo forrageiro, pertencente à família das brássicas, é intercalado entre as poáceas milho e trigo. Contudo, a melhor cultura para anteceder a cultura de trigo ainda é a soja.

109 É possível cultivar trigo em áreas de várzea, adotando-se o sistema camalhão?

Diante de solo drenado e da disponibilidade de cultivar adaptada a esse solo sujeito a períodos de encharcamento, certamente há possibilidade de cultivar trigo em áreas de várzea.

O cultivo de trigo em áreas de várzea depende de duas tecnologias essenciais:

- Tecnologia de produto – Cultivar de trigo adaptada à nova condição de solo sujeito a períodos de encharcamento.
- Tecnologia de processo – Drenagem do solo, função do potencial gravitacional (energia potencial da água retida no solo em função de sua posição em relação à linha de drenagem) e do potencial matricial do solo (energia potencial da água retida no solo em função da porosidade e da qualidade superficial das partículas que compõem este solo).

A drenagem do solo é função do potencial gravitacional (energia potencial da água retida no solo em função de sua posição em relação à linha de drenagem) e do potencial matricial do solo (energia potencial da água retida no solo em função da porosidade e da qualidade superficial das partículas que compõem esse solo).

O potencial gravitacional dos solos de várzea é muito baixo, em razão da topografia plana do terreno. Por sua vez, o potencial matricial do solo depende da estrutura desse solo, ou seja, depende

da relação entre a quantidade de macroporos, a quantidade de microporos e da granulometria do solo. A relação entre macroporos e microporos do solo é o principal fator determinante do grau de drenagem desse solo.

A construção de camalhões para cultivo de trigo em áreas de várzea constitui uma tecnologia destinada a aumentar o potencial gravitacional do solo e reduzir o potencial matricial desse solo mediante alteração temporária da topografia do terreno e da estrutura do solo, respectivamente.

O camalhão é uma camada de solo drenado que, em razão do revolvimento do solo realizado em sua construção, aumenta o volume do solo e eleva a cota do terreno (maior potencial gravitacional) e aera o solo (menor potencial matricial), elevando a relação entre os macroporos e os microporos.

110 É possível cultivar trigo sob os princípios da agricultura orgânica?

Sim, é possível, em conformidade com os princípios e fundamentos da agricultura orgânica. Contudo, para que esse tipo de cultivo seja viabilizado, é preciso que as tecnologias preconizadas pela agricultura orgânica satisfaçam as exigências nutricionais da cultura e previnam ou controlem as pragas, tanto insetos-praga quanto doenças e plantas daninhas.