



APOSTILA 3 – AULA 3 SISTEMAS DE CULTIVO

SISTEMAS DE CULTIVO

O preparo do solo dos primeiros tempos da agricultura não passava de uma operação bem rústica, muito trabalhosa e demorada. Sistemas mais aperfeiçoados teriam suas origens quando o arado de aivera de metal foi inventado em 1760, na Escócia. A função do arado foi a de enterrar e eliminar as ervas daninhas e os restos culturais, deixando o solo vem evoluindo, com implementos cada vez maiores e tratores cada vez mais pesados e possantes, possibilitando o preparo de grandes extensões com menor esforço físico.

-Objetivos do preparo do solo

- * Eliminação de plantas não desejáveis, diminuindo a concorrência com a cultura implantada.
- * Obtenção de condições favoráveis para a colocação de sementes ou partes de plantas no solo, permitindo a sua boa germinação e emergência, além de bom desenvolvimento.
- * Manutenção da fertilidade e da produtividade ao longo do tempo, preservando a matéria orgânica do solo.

- Outros objetivos podem ser previstos no preparo do solo

- * Eliminação de camadas compactadas para aumento da infiltração de água no solo e aeração.
- * Incorporação e mistura no solo de calcário, fertilizantes e produtos agroquímicos.
- * Enterrio de restos vegetais e restevras agrícolas.
- * Nivelamento do terreno para conseguir uma boa performance das máquinas e equipamentos, desde o plantio até a colheita.
- * Preparo da superfície do terreno (diques, canais, nivelamento, sulcos) para usar a irrigação nas lavouras.

PONTO DE UMIDADE IDEAL PARA O PREPARO DO SOLO

O ponto ideal é determinado quando é possível um trator operar com o mínimo esforço, dando-nos os melhores resultados nos serviços realizados. (Ponto de Sazão)

Preparo do solo com umidade excessiva

O solo sofre danos físicos na estrutura (compactação) e adere com maior força nos implementos (principalmente em solos argilosos) até o ponto de inviabilizar a operação desejada.

Preparo do solo com falta de umidade

Não ocorrem danos físicos na estrutura, mas um maior número de passagens será necessário para alcançar o destorroamento que permita efetuar a operação de semeadura, aumentando os gastos com combustível. O preparo com implementos muito enérgicos (enxada rotativa) pode destruir a estrutura do solo, superficialmente, pulverizando-o e facilitando o processo erosivo.

Formas de preparo do solo

O preparo do solo divide-se em três categorias bem distintas

- . Preparo primário do solo (aração e/ou escarificação)
- . Preparo secundário do solo (gradagem, nivelamento)
- . Tratos culturais após plantio

Conforme o grau de movimentação do solo, os sistemas de cultivo são classificados em



- 1) **Convencional**
- 2) **Mínimo ou Reduzido**
- 3) **Plantio Direto ou Semeadura Direta**
- 4) **Sobre-semeadura**

1 – SISTEMA CONVENCIONAL

Consistem na aração, gradagem, semeadura e cultivos subseqüentes necessários para o controle de ervas daninhas.

A aração, normalmente é feita a profundidade de 15 ou 20 cm com o arado de discos. O arado de aivecas nunca foi muito difundido no Paraná, a não ser para a tração animal.

A gradagem tem por finalidade o destorroamento do solo e nivelamento após o preparo primário (aração). Geralmente é feita com grade leve (niveladora) em duas passadas.

A semeadura é efetuada manualmente ou com máquinas próprias para este fim (semeadeiras) ou que semeiam e adubam simultaneamente (semeadeiras – adubadeiras).

1.1 REQUISITOS

A principal exigência para adoção desse sistema é a disponibilidade de máquinas e implementos para execução das duas etapas.

1.2 ALGUMAS VANTAGENS E DESVANTAGENS

1.2.1 Vantagens

- O revolvimento dos solos aumenta a mineralização dos componentes orgânicos pelos microorganismos o que contribui para tornar os elementos minerais disponíveis para as plantas.
- Aumento da aeração do solo
- Aumento da infiltração de água no solo
- Destruição de ervas daninhas e sementeiras
- O nivelamento da superfície do solo facilita as operações de semeadura, cultivo e colheita.
- Incorporação de fertilizantes, corretivos e matéria orgânica (maior decomposição de adubos orgânicos e restos vegetais)

1.2.2 Desvantagens

- O revolvimento intensivo diminui a fertilidade do solo devido às perdas por lixiviação principalmente em solos de baixo poder de retenção (solos arenosos).
- Pode haver mistura das partículas dos horizontes pela aração efetuada profundamente o que poderá causar uma infertilização temporária do solo. Excepcionalmente poderá ser permanente.
- Favorece a erosão em solos declivosos.
- Necessidade de efetuar tratos culturais, principalmente capinas o que aumenta o custo de produção da cultura.
- O tempo de preparo do solo é maior que para outros sistemas.
- Há necessidade de um uso maior de implementos, aumentando os gastos com combustível e custo de produção.

- A mobilização contínua do solo devido às práticas de preparo muitas vezes é responsável pelo aparecimento de uma camada compactada (10 a 25 cm de profundidade) que dificulta a infiltração de água e o crescimento de raízes, deixando o solo altamente suscetível à erosão. Devido a este problema, o sistema convencional deve ser complementado com práticas de descompactação.

1.3 FORMAS DE DESCOMPACTAÇÃO

- 1.3.1 **Aração:** as camadas compactadas podem ser perfeitamente quebradas usando o arado de discos ou aivecas a uma maior profundidade que aquela praticada na área, com umidade do solo adequada.
- 1.3.2 **Escarificação:** Consiste no rompimento da camada arada do solo, até o máximo 25 a 30 cm. O custo do serviço é menor que na aração, além de ser mais rápida sua execução.
- 1.3.3 **Subsolagem:** tem como objetivo único romper camadas compactadas de solo abaixo da camada arável (profundidade maior que 30 ou 35 cm), utilizando subsoladores. Não deve ser executada no mesmo local antes de 3 anos. É pouco eficiente na eliminação de plantas daninhas e soltas apenas em faixas.
- 1.3.4 **Reformulação do Sistema de Produção:** a opção mais correta para corrigir o problema das compactações é o agricultor reformular o seu sistema de produção. É importante o uso de rotações de culturas, incluindo os adubos verdes com plantas de sistema radicular profundo, capazes de atravessar as camadas compactadas.
- 1.3.5 **Alternância na forma de aração:** implementos e profundidade de trabalho.

1.4 OUTRAS PRÁTICAS QUE PODEM SER ADOTADAS NO SISTEMA CONVENCIONAL:

- 1.4.1 Queimada ou enterrio da resteva: em algumas culturas como no caso do algodão, a prática da queimada é muito importante para controlar a grande incidência de pragas remanescentes da cultura anterior. O enterrio tem a vantagem de aumentar o teor de matéria orgânica no solo e conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes às plantas.
- 1.4.2 Rolagem: pode ser efetuada em diferentes situações
 - Antes da primeira aração com a finalidade de facilitar a aração e incorporação das restevas.
 - No preparo complementar do solo, antes ou após a semeadura com a finalidade de dar melhores condições de germinação as sementes entre outras utilidades, uniformizando e compactando a superfície do solo.
- 1.4.3 Pranchonamento: prática utilizada com intuito de destorroar e nivelar a superfície do solo. Pode ser feita separadamente ou junto com a gradagem.

2. Sistema de Cultivo-Mínimo (Preparo Reduzido)

Refere-se à redução de uma ou mais operações do preparo do solo, comparado com o sistema convencional. Neste caso, esta prática é chamada de preparo reduzido do solo.

A gradagem pesada pode realizar em uma única operação todas as operações de preparo do solo. Neste caso esta prática é chamada de preparo reduzido do solo. É freqüente o uso excessivo e



indiscriminado de grades pesadas para revolver o solo, principalmente para culturas mecanizadas tradicionais (Soja, Trigo, Cana-de-açúcar, Algodão, etc.) e mais recentemente as culturas de milho, mandioca, fumo, etc. aproximadamente 70 % do total da área cultivada do Paraná é trabalhada com grade pesada, devido ao manejo simples, bom controle de plantas daninhas e ganho de tempo no preparo do solo. Na prática destes sistemas pelo produtos é empregado o uso de uma gradagem pesada (aradora) e uma leve (niveladora)

Alem da utilização de grades no preparo do solo que apresenta como agravante a pulverização da camada superficial do solo, o cultivo mínimo pode ser adotado como alternativa à redução dos problemas de erosão. Existem vários métodos de cultivo mínimo com diferentes naturezas e graus de intensidade, podendo ser citados:

- escarificação em solo coberto por resteva, picada ou não;
- plantio de leguminosas de cobertura, a lanço, seguido mais tarde, de sulcamento e plantio da cultura principal (milho por exemplo).
- sulcamento em solos cobertos com restiva em pé, sem lavrar e sem picar, sujeitos a posterior cultivo de limpeza entre as linhas, para eliminação dos inços.

2.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS:

Generalizando, podemos dizer que neste sistema, tanto as vantagens como as desvantagens são as mesmas que as do Sistema Convencional, por motivo deste método, se aproximar muito as técnicas utilizadas no cultivo mínimo. Porém, este sistema oferece maiores problemas de perdas de solo por erosão que o sistema convencional. As rodas do trato compactam o sub solo e a grade deixa a superfície muito pulverizada, acarretando graves danos de erosão, pois sua ação é mais superficial que a do arado.

Quando empregados outros métodos, este sistema se apresenta como intermediário entre o preparo convencional e plantio direto no que diz respeito à erosão do solo.

3. Sistema de Plantio Direto ou Semeadura Direta

É um sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido, sobre a palha, usando-se máquinas especiais. Somente é aberto um pequeno sulco, de profundidade e largura suficiente para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O sistema prepara no máximo 25 a 30 % da superfície do solo. O extermínio de ervas daninhas, antes e depois do plantio, é geralmente feito com herbicidas.

SÃO TRÊS OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS NESTE SISTEMA:

- **colher e esparramar os restos de cultura (picador de palha nas colheitadeiras);**
- **pulverizar herbicidas;**
- **plantar com equipamento especial.**

3.1 REQUISITOS PARA ESTE SISTEMA:

3.1.1. Preparo do agricultor e mão-de-obra

- Conhecimento e domínio por parte do agricultor de todas as fases do sistema.
- gerenciamento e mão-de-obra devem ser treinadas.

3.1.2. Preparo da área:

- Drenagem em solos úmidos
- Descompactação do solo antes do início do sistema
- Superfície do terreno deve estar nivelada (eliminar sulcos de erosão)
- Correção da acidez antes de iniciar o plantio direto
- Níveis de fertilidade na faixa média ou alta. Correção de fósforo antes de iniciar o sistema.

3.1.3. Manejo da Resteva

- As restevas das culturas na superfície devem cobrir pelo menos 50 % do solo. Caso falte, deverá ser obtida mediante adubação verde (6 ton. MS/ha/ano. no mínimo)
- Uso de picador e distribuidor de palha nas colhedoras.

3.1.4. Manejo das ervas daninhas e herbicidas.

- Eliminação de ervas daninhas perenes, pois além de serem de difícil controle, afetam o crescimento e rendimento nas lavouras.
- Não haver alta infestação de ervas daninhas muito agressivas (aumentam o custo com herbicidas).
- As ervas deverão ser identificadas e receber controle específico.
- Definir adequadamente o sistema de manejo das ervas daninhas para controlar o custo de produção.

3.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

3.2.1. Vantagens

Palha em cobertura:

- evita o impacto direto da gota da chuva
- regula a temperatura do solo
- conserva a umidade do solo
- produção de ácido poliurônico (auxilia na estruturação do solo)
- melhoramento da estrutura do solo
- reduz a compactação do solo
- fonte de energia para os microorganismos do solo
- aumenta a atividade microbológica do solo
- diminui a lixiviação aumentando a CTC
- aumenta o teor de N no solo
- diminui a infestação de ervas daninhas
- aumenta a disponibilidade de P no solo
- diminui as taxas de perdas por erosão e da água disponível às plantas.

3.2.2. Desvantagens

- aumento da relação C/N, pelo excesso de matéria orgânica (principalmente após gramíneas)
- aumento da umidade pode prejudicar as culturas em locais de clima úmido ou em solos de pouca permeabilidade.
- facilita a formação de geadas
- pelo aumento de N pode causar acamamento da cultura
- aumento da incidência de pragas e doenças

- alto custo de herbicidas
- uso de máquinas específicas para o sistema
- enraizamento superficial das plantas
- diminuição da produção caso a infestação de ervas daninhas aumente e com ela a concorrência da cultura
- pessoal técnico especializado em conhecimento sobre herbicidas, ervas daninhas, equipamentos, etc.

4. Sistema de Sobre-Semeadura

No Brasil este sistema surgiu em caráter experimental pela EMBRAPA, na Região Sul do Mato Grosso, na década de 70. Nesta região há pouca disponibilidade de água para a germinação de trigo a partir de março/abril, período em que a soja ainda não foi colhida. Este método consiste na semeadura a lanço ou aérea, quando inicia a queda das folhas da soja. A partir desse momento, as sementes do trigo são protegidas pelas folhas de soja, as quais só germinam quando houver umidade suficiente. A colheita da soja se faz normalmente, enquanto o trigo se apresenta com 10 a 15 cm de altura.

Atualmente, este sistema vem sendo utilizado em áreas destinadas à pastagem, em solos superficiais e com pedregosidade que impedem a passagem de equipamentos agrícolas.

Terrenos declivosos ou com umidade excessiva também são fatores que limitam a passagem de equipamentos agrícolas. A sobre-semeadura é portanto uma alternativa ao estabelecimento de espécies onde a adoção de outros sistemas de cultivos citados anteriormente não seja possível.

Na Nova Zelândia este procedimento é bem difundido nas áreas montanhosas onde até o calcário e adubo são aplicados via aérea juntamente com as sementes das espécies introduzidas.

No Brasil verifica-se o uso com sucesso de semeadura aérea na implantação de pastagens de inverno sobre grandes extensões de resteva de lavoura de arroz irrigado e de soja.

Algumas técnicas complementares favorecem o sistema de sobre-semeadura. A utilização do pastejo com animais logo após semeadura favorece o contato das sementes com o solo aumentando o percentual de estabelecimento.

O uso de animais também cumpre o papel de rebaixamento da vegetação original, seja natural ou da própria resteva da lavoura. No caso de existir uma vegetação natural muito grosseira e de difícil consumo pelos animais, o uso de herbicidas pode ser a técnica mais recomendada. Algumas espécies, como ovelhas e cabras, se prestam muito bem para a limpeza de pastagens grosseiras quando utilizadas em uma pressão de pastejo mais pesada.

Esta técnica tem sido utilizada em solos declivosos na França empregando a população de um ovino/m² durante duas noites na mesma área com auxílio de cerca elétrica.

III -(anexo) COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO

Projeto realizado pelo IAPAR de Londrina e de Rolândia num latossolo roxo e terra roxa estruturada, respectivamente, entre os anos de 1977 a 1984, que teve como objetivos não só sob o aspecto da erosão, como também das alterações de estrutura do solo e do teor de nutrientes, da infestação de plantas daninhas, das doenças e ataque de pragas e por último da variação no rendimento das culturas.

Foram analisados o preparo de solo convencional com o arado de discos; o preparo mínimo com o escarificador e o plantio direto com enxadas rotativas.

⇒ PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

• Densidade Aparente e Volume de Poros

No plantio direto as maiores densidades aparentes situaram-se em profundidades de 0 a 20 cm; no preparo convencional chegava-se à formação de um pé-de-arado em profundidades de 20 a 30 cm. Preparo com escarificador, os valores foram intermediários.

Não são prováveis problemas de enraizamento com densidades aparentes (DA) inferiores a $1,20 \text{ g/cm}^3$; com DA de $1,25 \text{ g/cm}^3$ é possível haver dificuldade no crescimento de raízes.

No plantio direto, a maior DA ($1,27 \text{ g/cm}^3$) na camada superficial é responsável pela maior retenção de água, sendo por isto até favorável, com o tempo (máquinas pesadas) dificulta o desenvolvimento radicular.

No plantio convencional aumenta a DA ($1,29 \text{ g/cm}^3$) na camada de 20 a 30 cm com problemas para o crescimento radicular.

O volume total de poros foi maior no preparo convencional e menor no plantio direto (menor proporção de macroporos e maior proporção de poros médios). Não houve diferença na proporção de microporos.

Ambos os solos, portanto, apresentam porosidade suficientemente alta, de modo que mesmo sob condições de muita umidade não haverá falta de aeração.

• Balanço Hídrico

Plantio direto com maior retenção de umidade devido a maior proporção de microporos e diminuição de perdas por evaporação devido à camada de cobertura morta. Esta maior retenção de água não implica em aumento de água disponível.

No plantio direto há maior infiltração e disponibilidade de água. Este é um fator relevante principalmente nos períodos de estiagens. O período útil para o plantio é mais longo, enquanto que em plantio convencional, 3 a 6 dias após chuva, a secagem da superfície não permite um plantio seguro. Já no plantio direto pode-se efetuar o plantio com 6 a 12 dias após uma chuva.

Com isto diminui também o risco de falha de germinação por falta de água e pode levar a um aumento da atividade biológica, sobretudo na dinâmica do nitrogênio.

• **Condutividade Hidráulica**

Fornecer dados sobre o movimento de água no solo, é importante para a velocidade de infiltração da água das chuvas ou para o fluxo de água para as raízes das plantas.

Aparentemente, a condutividade só foi diminuída no horizonte superficial pelo preparo mínimo de solo. As diferenças nos horizontes são mais nítidas sendo que o preparo do solo levou a uma diminuição da condutividade.

• **Temperatura do Solo**

Junto com o balanço hídrico, a temperatura do solo é de suma importância para a atividade biológica do solo e o desenvolvimento das plantas.

Devido à camada de cobertura morta, as menores oscilações de temperatura e as menores temperaturas foram medidas no plantio direto. Também durante todo o período vegetativo da soja as temperaturas do solo foram inferiores no plantio direto em comparação com o solo preparado. Além dos efeitos negativos sobre plântulas e raízes, a atividade microbiológica é bastante afetada.

A elevação da temperatura, aumenta a evaporação e diminui a germinação no campo.

Por outro lado, a cobertura morta no plantio direto leva à maior susceptibilidade das culturas à ocorrência de geadas.

• **Estabilidade dos Agregados**

A resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva é fundamental para evitar o selamento e a formação de crostas na superfície do solo.

Quanto maior for a estabilidade dos agregados menor será o selamento e o escoamento superficial. Pode ser um indicador da susceptibilidade à erosão de uma dada área.

Na camada de 0 a 10 cm, no plantio direto a estabilidade dos agregados foi bem maior que no plantio convencional e cultivo mínimo, porém de 11 a 20 cm estas diferenças foram menores, devido a diminuição no teor de húmus e na atividade biológica do solo.

• **Constituição da Superfície do Solo**

Também é importante no selamento e portanto, no escoamento superficial. Distinção entre a rugosidade superficial do solo (retarda o escoamento superficial) e a cobertura por restos vegetais (influência sobre o selamento e a formação de crostas).

Escarificador - Maior rugosidade superficial e 80% de cobertura

Grade e Arado - 31 e 37% de cobertura

Plantio direto - Maior cobertura que anteriores

• **Infiltração**

O plantio convencional apresentou, através do simulador de chuvas, as menores taxas de infiltração, o preparo mínimo foi intermediário e o plantio direto foi o que apresentou maior taxa de infiltração.

A infiltrabilidade é definida primeiramente pelas condições da superfície do solo (cobertura).

Os dados com infiltrômetro foram comparados com os do simulador de chuvas e os resultados foram inversos (maior infiltração no plantio convencional e menor no plantio direto), já que com os infiltrômetros existe uma relação dos dados de infiltração e proporção de macroporos (menor no plantio convencional).

⇒ PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

• Matéria Orgânica

Teor de M.O. maior no plantio direto, devido à não movimentação aliada à menor aeração.

Há menor degradação microbiana dos vegetais na superfície do solo, o aumento da M.O. nos horizontes sub-superficiais é devido aos restos de raízes que são degradados mais lentamente sob plantio direto devido a aeração menos intensa.

Estudos recentes mostram que o plantio direto aumenta a atividade microbiana

O aumento do teor de M.O. tem vários efeitos positivos : melhora a retenção de água, aumenta estabilidade dos agregados e CTC.

• Nitrogênio

C e N aumentam no plantio direto, a relação C/N teve uma ligeira diminuição.

Teores de N altos não revelam nada sobre a disponibilidade do mesmo na forma de nitrato ou amônia.

O nitrato após o trigo foi maior no plantio convencional; no plantio direto (maior relação C/N) devido a retiradas altas de N na colheita o teor de nitrato foi o mais baixo.

A diminuição das quantidades de nitrato corre paralela ao crescimento da soja; principalmente entre o 2º e 4º estágio se reflete o efeito de diferentes fluxos de N no solo e diferentes absorções de N pela soja.

Contudo, durante a maturação, sobretudo após a colheita e o preparo do solo para o trigo (4º e 6º estádios) o teor de nitrato quadruplicou-se.

Sob preparo convencional os teores de nitrato permaneceram os mais baixos. Durante o desenvolvimento da soja os teores de nitrato foram mais altos sob plantio direto.

No milho a situação aparenta ser diferente, já que na sequência milho/trigo houve deficiência de N nas folhas, significando que milho em plantio direto deve receber uma dose de N mais alta.

• Fósforo

Foram encontrados na soja valores de fosfato mais altos após plantio direto (0,76% de P) em comparação ao preparo mínimo (0,72% de P) e ao preparo convencional (0,70% de P). No plantio direto, a baixa quantidade de P é fixada no solo sob forma de fosfatos de ferro e de alumínio insolúveis porque o adubo fosfatado não é misturado ao solo, sendo a área de contato adubo/solo menor.

Além disso, a temperatura e umidade são mais favoráveis no plantio direto e levam aumento na atividade biológica que resulta em maior disponibilidade de fosfato. Isto indicaria

uma diminuição na adubação de P no plantio direto, porém antes da mudança para o plantio direto recomenda-se incorporação corretiva de fosfato.

• **Saturação de Bases e Valor de pH**

Os valores de Ca, Mg, K e pH foram mais altos em plantio direto. O pH elevado faz com que haja um aumento na CTC; a maior quantidade de matéria orgânica em plantio direto contribui para tanto.

A saturação de Al declinou no plantio direto.

Normalmente se usa calcário em intervalos de alguns anos para neutralizar o pH diminuído pela adubação do milho com sulfato de amônia em rotações de culturas.

A conjugação de todos os nutrientes é aumentada sob plantio direto, não só a erosão é interrompida, como também o solo é reconstituído transformando-se numa área agricultável melhorada.

⇒ **ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO**

É fundamental para a mineralização de nutrientes contidos na matéria orgânica. A estrutura do solo também é beneficiada por exemplo com a formação de macroporos (minhocas e formigas) ou a estabilização de agregados através das secreções de diversas minhocas.

• **Minhocas e Artrópodos**

Maior população no plantio direto devido provavelmente ao descanso do solo e as condições de temperatura e umidade mais equilibradas. A maior atividade das minhocas sob plantio direto é muito importante para a aeração na camada superficial do solo que é mais compactada; a maior formação de macroporos possibilita maior infiltração da água da chuva no solo.

• **Degradação da Celulose e Liberação de CO₂**

A maior atividade biológica foi encontrada no plantio direto quanto ao consumo de CO₂ com pouca diferença do preparo com escarificação. A maior atividade na degradação celulósica pode ser devida à melhor homogeneização e aeração do solo em comparação com o plantio direto e melhores condições de temperatura e umidade em comparação com o preparo convencional.

• **Formação de Nódulos e Atividade dos Rizóbios**

Em todas as profundidades (até 60 cm), o número de nódulos foi maior em plantio direto. Em porcentagem, no plantio convencional estes nódulos se encontram mais na superfície (85,5% contra 69,5% no plantio direto).

Quanto a atividade dos rizóbios não houve diferença.

⇒ **EROSÃO DO SOLO**

• **Relação entre Cobertura do Solo e Infiltrabilidade**

Não houve diferença significativa entre os 3 métodos já que todos apresentaram relação estreita entre cobertura e infiltração, as diferenças no volume de poros não influenciou a

infiltração, esta foi influenciada pelo grau de selamento de selamento superficial em dependência da cobertura morta. A proteção da superfície do solo contra o efeito selador provocado pelo impacto de gotas de chuva impede o escoamento superficial e da erosão.

Para infiltração total (100% de cobertura), são necessárias 4 a 6 toneladas de cobertura morta. No PR apenas 1,5 a 2,5 ton/ha com trigo e soja respectivamente, correspondem a um grau de cobertura de 60%, necessidade de cobertura morta (milho) e rotação de culturas com adubos verdes.

- **A Erosão por “Splash” ou por Salpico** (porção do solo desagregada pela ação das gotas de chuva e expelida a uma certa distância)

Tem estreita relação com a estabilidade dos agregados. Os valores das quantidades de solo contidos nos respingos da erosão por salpico foram 22% em plantio direto, 85% em plantio mínimo e 100% em plantio convencional.

- **Perdas de Solo**

De todos os métodos de preparo do solo, somente o plantio direto reduz a perda de solo a um nível nitidamente inferior aos valores toleráveis de 12 a 13 toneladas/ha/ano.

⇒ DOENÇAS E PRAGAS

- **Doenças**

O ataque de fungos é geralmente um pouco mais intenso do que no preparo convencional. Os fungos *Rhizoctonia* e *Sclerotinia* na soja e *Helminthosporium* no trigo é favorecido no plantio direto, além de doenças de raízes no trigo.

- **Pragas**

Condições de temperatura e umidade favorecem o desenvolvimento de alguns grupos de insetos e prejudicam outros. Em soja, aumenta a população de *Thrips* (sem dano econômico) e de *Epinotia aporema*. Em trigo, diminui a quantidade de pulgões e *Elasmopalpus* e em milho, há queda no ataque de *Spodoptera*.

⇒ PLANTAS DANINHAS

Os diferentes métodos de preparo influenciam na germinação de plantas daninhas através da luz (transporte de sementes para a superfície ou germinação no escuro sob a cobertura do solo), temperatura, umidade e substâncias alelopáticas (camadas de restos vegetais).

- **Infestação por plantas daninhas**

O plantio direto apresentou praticamente a metade de plantas daninhas por m² em relação ao plantio convencional.

A maior infestação foi verificada no preparo com escarificação.

No plantio direto existe o perigo da seleção de plantas daninhas já que algumas não são atingidas pelos herbicidas na monocultura da soja, neste caso recomenda-se rotação de culturas e uso de diferentes herbicidas de acordo com as culturas individuais.

- **Eficácia de herbicidas**



Pode ser menos em plantio direto devido à camada de cobertura morta que cobre a superfície do solo pois há pouco contato do herbicida com a superfície do solo e também pode ser absorvido pela matéria orgânica, além do maior teor de húmus no solo em plantio direto.

Esta menor eficácia dos herbicidas em plantio direto pode ser compreendida pela maior inibição do desenvolvimento das plantas daninhas pela camada de cobertura morta.

⇒ **PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO**

• **Crescimento e distribuição radicular**

A densidade aparente mais alta e um menor volume de macroporos oferecem maior resistência às raízes e a toxicidade por alumínio equivale a uma barreira química no subsolo.

No plantio convencional as raízes se concentraram na camada de 0 a 15 cm de profundidade, com queda sensível na massa radicular de 20 a 25 cm devido ao pé de arado.

No plantio direto, a distribuição do sistema radicular foi mais uniforme e altas densidades de comprimento de raízes foram encontrados entre 40 e 50 cm de profundidade.

Estas condições poderiam contribuir para um abastecimento de nutrientes e de água, comparativamente mais favorável sob plantio direto. A densidade aparente na camada superficial pode aumentar tanto após o plantio direto chegando a comprometer o crescimento das raízes a longo prazo.

Este problema pode ser contornado tecnicamente por exemplo por semeadeiras que além dos pares de discos são dotadas de facas para descompactar a terra na linha do plantio.

• **Rendimento e Componentes do Rendimento**

Geralmente o plantio direto apresentou maior rendimentos do que plantio convencional, a escarificação mostrou rendimentos intermediários. Em média, o plantio direto é responsável pelo aumento no rendimento em soja de 19%, trigo 8% e feijão 4% e praticamente iguais para milho.

De um modo geral, o plantio direto não diminui o rendimento e em anos de seca propicia o aumento do mesmo.

Tanto no trigo como na soja, as melhores condições de umidade e temperatura no plantio direto levaram a uma melhor germinação.

Os maiores rendimentos foram devidos ao peso de 1000 grãos que no plantio direto forma mais altos devido a maior quantidade de água disponível durante a fase de enchimento de grãos.