

## DESAFIOS DE UM SISTEMA PLANTIO DIRETO ADEQUADO: REGIÃO OESTE DO PARANÁ



**Desafios de um sistema plantio direto adequado: região Oeste do Paraná**Danielle Medina Rosa<sup>1\*</sup>; Augustinho Borsoi<sup>1</sup><sup>1</sup>Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

\*danimrosa@yahoo.com.br

**Resumo:** Considerando a importância do sistema plantio direto (SPD) de qualidade, a presente revisão tem por objetivo identificar as principais dificuldades e desafios para adoção do sistema plantio direto de forma adequada, na região Oeste do Paraná. O SPD engloba várias técnicas de manejo e conservação do solo, com benefícios para todo o meio. Um desses aspectos é a rotação de culturas com benefícios conhecidos pela ciência, melhorando as qualidades químicas, físicas e biológicas do solo, controle de daninhos e pragas, maior estabilidade da produção e o aumento da produtividade. Porém, dos preceitos pilares do sistema plantio direto certamente a rotação de culturas é o menos praticado pelos produtores. No entanto, é perfeitamente entendível a dificuldade que os agricultores têm em praticar essa rotação, visto que, compete por área e pode, dependendo do caso, comprometer parte da renda, mas a longo prazo, há retorno econômico. A maioria dos produtores considera o não revolvimento como único aspecto que caracterize o sistema. Dessa forma, a não realização correta sistema plantio direto traz efeitos como compactação e retomada da erosão. Dessa forma, cabe a assistência técnica planejar o sistema de rotação da propriedade, dividindo-a em talhões e considerando longo prazo. Neste aspecto, a rotação adequada deve ser planejada considerando não somente os benefícios agroambientais, mas principalmente a rentabilidade do produtor que deve administrar a propriedade como uma empresa. O caminho será a realização da extensão de forma correta e por profissionais preparados e incentivos governamentais.

**Palavras-chave:** Rotação de culturas; Qualidade do solo; Compactação do solo; Conservação do solo e da água; Agricultura conservacionista.

**Challenges of an adequate no-tillage system: western region of Paraná**

**Abstract:** The beneficial effects of crop rotation are known to science, for example, improvement in soil conditions, weed and pest control, greater production stability and increased productivity. However, among the pillars of the no-tillage system, crop rotation is certainly the least practiced by producers. However, the difficulty that farmers have in practicing this rotation is perfectly understandable, since they compete for area and, depending on the case, can compromise part of their income. However, there is an economic return. However, most producers consider non-overturning as the only aspect that characterizes the system. In this way, not performing the correct no-tillage system brings effects such as compaction and erosion resumption. Thus, it is up to the technical assistance to plan the property rotation system, dividing it into plots and considering the long term. In this aspect, the appropriate rotation must be planned considering not only the agro-environmental benefits, but mainly the profitability of the producer who must manage the property as a company. The path will be to carry out the extension correctly and by prepared professionals and government incentives. Considering the importance of crop rotation, together with direct sowing, for the practice of sustainable agriculture, for improving and/or maintaining its properties, whether in terms of fertility, porosity or carbon dynamics, the present work aims to identify the main difficulties and challenges to properly adopt the no-tillage system in the western region of Paraná.

**Keywords:** Crop rotation; Soil quality; Soil compaction; Soil and water conservation; Conservation agriculture.

## Introdução

As práticas conservacionistas devem ser empregadas a fim de alcançar o manejo idealizado que é a ausência de camada compactada e erosão, e aporte de matéria orgânica no solo. O sistema plantio direto (SPD) com qualidade é requisito fundamental para atingir este manejo. É uma das tecnologias de baixa emissão de carbono em que, necessariamente, o solo não é revolvido, é utilizada a rotação de culturas e o solo permanece coberto.

Embora o SPD esteja difundido, as práticas adequadas foram abandonadas ao longo dos anos e falta disciplina no campo para executar o conjunto de técnicas recomendadas, principalmente a rotação de culturas, isso porque em curto prazo a melhor rotação para o sistema não é a mais econômica para o produtor (ROSA *et al.*, 2019).

Além disso, as falhas na implementação do SPD resultam em degradação da qualidade física do solo e compactação, concentração superficial de nutrientes, com raízes restrita aos primeiros centímetros do perfil do solo, e ainda elevada susceptibilidade aos déficits hídricos, com presença de erosão e contaminação dos recursos hídricos por sedimentos e agroquímicos (FERNANDES *et al.* 2018). Os benefícios envolvem melhorias das qualidades química, física e biológicas do solo e a redução da ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas a melhoria da produtividade das culturas é consequência. Apesar da evolução e adoção do SPD (32 milhões de ha) seu uso de forma plena é realizado em cerca de 10 a 15% dessa área (FEBRAPDP, 2022). Houve, muitas vezes, confusão dos termos “plantio direto” com “semeadura direta”, pelo fato de que os dois conceitos enfatizarem o não revolvimento do solo no plantio (POSSAMAI *et al.*, 2022).

O manejo adequado do sistema plantio direto requer o uso de plantas de cobertura em rotação com outras culturas, as quais são viáveis quando se pretende contribuir para a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, diminuição da população de plantas invasoras, redução de aplicação de insumos e consequente aumento da produtividade e estabilidade das culturas (SALOMÃO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2019). O maior obstáculo colocado pelos produtores é o fato de as plantas de cobertura concorrerem por área com as de cultivos comerciais e dessa forma, comprometerem parte da renda (ROSA *et al.*, 2019), o que é compreensível, visto que, a propriedade agrícola deve ser encarada como uma empresa, em que, o objetivo final é o lucro. Assim, a rotação de culturas deve adequar-se às condições socioeconômicas e interesses do produtor, afim de aumentar a estabilidade da produção quando ocorrerem variações climáticas (ROSA *et al.*, 2019). É preciso que a assistência técnica e os produtores tratem a rotação de culturas como um investimento na propriedade, cujo retorno irá ocorrer em médio e longo prazo (FRANCHINI *et al.*, 2011).

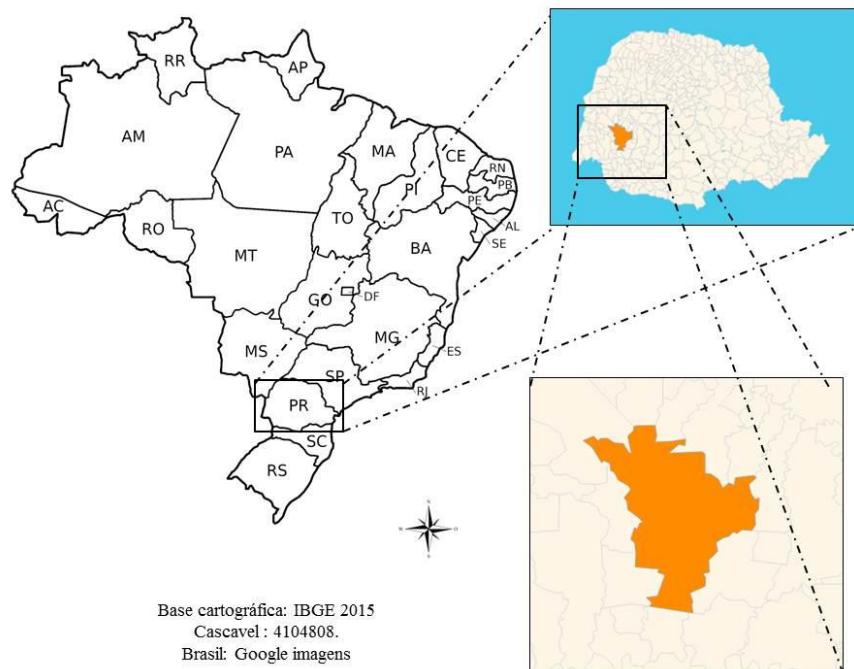
Dessa forma, cabe a assistência técnica planejar o sistema de rotação da propriedade, dividindo-a em talhões e considerando longo prazo. Também considerar os períodos de entressafra, onde o solo permanece em pousio. Por exemplo, o vazio outonal (logo após a colheita da soja e antes do plantio do trigo). Ainda há o vazio invernal (após a colheita do milho safrinha e antes da semeadura da soja), que propicia condições ideais de semeadura da mesma. Ao ocupar as áreas agrícolas em períodos do ano em que o solo permanece em pousio, as plantas de cobertura têm um papel fundamental para o manejo correto do SPD (CHERUBIN, 2022). Os autores destacam que, além do seu baixo custo, a inserção de plantas de cobertura tem potencial de aumento na produtividade das culturas comerciais em rotação, com ganhos de até 20 %, na melhoria do solo e na ampliação das taxas de sequestro de C nos solos agrícolas.

Considerando a importância da rotação de culturas, em conjunto com a semeadura direta, para prática da agricultura sustentável, por melhorarem e/ou manterem as propriedades deste, seja na fertilidade, porosidade ou dinâmica do carbono, o presente trabalho tem por objetivo identificar as principais dificuldades e desafios que produtores rurais têm em adotar o sistema plantio direto de forma adequado na região Oeste do Paraná.

### **Metodologia**

O presente trabalho foi realizado utilizando a metodologia de pesquisa descritiva, com a leitura de trabalhos sobre a temática, no período de agosto de 2021 até outubro de 2022. Os artigos foram selecionados por meio das bases de dados: Portal de Periódicos Capes, Scielo, Science Direct, Google Scholar, Redalyc, Embrapa, sites .gov e livros. Os trabalhos pesquisados foram em torno de 47 % de artigos publicados em periódicos, 19 % de sites da área agronômica, 14 % de livros, 17 % de boletim técnico e 3 % de trabalhos de dissertação/tese. Os buscadores utilizados foram rotação de culturas, manejo conservacionista, sistema plantio direto e plantas de cobertura, tanto os termos em português como em inglês. O artigo comprehende trabalhos publicados de 2005 até 2022.

Região Oeste do Paraná é caracterizada pela produção de soja, milho, feijão e trigo. Além disso, é responsável pelo alto volume de criação e abate de suínos, bovinos e aves. Cascavel representa o principal município da região (Figura 1). No Paraná, a área cultivada em SPD corresponde a 4,8 milhões de hectares, quase 80 % da área plantada no estado (SISTEMA OCEPAR, 2019). Porém, estima-se que menos de 10 % da área cultivada com grãos no Estado seja caracterizada com SPD, predomina a sucessão soja/milho ou soja/trigo (POSSAMAI *et al.*, 2022).

**Figura 1-** Estado do Paraná, região Oeste, destaque ao município de Cascavel.

### SPD e suas limitações

Nos últimos 30 anos o sistema plantio direto (SPD) espalhou-se pelas áreas agrícolas do Brasil e do mundo. No país é adotado em mais de 30 milhões de hectares, no entanto, o autêntico sistema plantio direto está presente em menos da metade dessa área (FEBRAPDP, 2022). A prática do sistema plantio direto representa um conjunto de práticas suportadas por três pilares: cobertura permanente do solo, mínimo revolvimento do solo e rotação de culturas (POSSAMAI *et al.*, 2022; FUENTES-LLANILLO *et al.*, 2021; DERPSCH *et al.*, 2014). Dentre os desafios que surgiram ao longo dos anos, o principal tem sido o abandono de alguns princípios básicos, principalmente a rotação de culturas e a manutenção de uma cobertura permanente sobre a superfície do solo com resíduos culturais (POSSAMAI *et al.*, 2022; ANDRADE *et al.*, 2018).

Destacam-se, ainda, o uso excessivo do glifosato, a compactação superficial, a descontinuidade do SPD, as plantas daninhas resistentes aos produtos utilizados, o financiamento agrícola e a assistência técnica (ANDRADE *et al.*, 2018). Dessa forma, o termo plantio direto tem sido usado para sistemas com muito pouca ou nenhuma cobertura vegetal, períodos prolongados de pousio, sucessão de cultivos, culturas cultivadas em monocultura, erosão, baixa infiltração, elevado uso de fertilizantes e alto uso de agrotóxicos (DERPSCH *et al.*, 2014). Segundo esses autores, inclusive os resultados de pesquisas podem ser contraditórios, em relação à utilização correta do sistema plantio direto.

A melhoria do solo agrícola se dá quando o SPD engloba sistemas de culturas diversificados, situação que, ao longo do tempo, deixou de representar a maioria das áreas, com impacto negativo no solo e na produtividade das culturas (BAYER e WILDNER, 2022). E sabe-se que sistemas agrícolas intensivos, com monocultura ou sucessão contínua, com direcionamento dos produtos da fotossíntese para obtenção de produtos agrícolas com valor de mercado provocam simplificação do sistema diminuindo a qualidade do ambiente e, consequentemente, os teores de matéria orgânica do solo, o que desequilibra o sistema agrícola e resulta em menor produtividade (ROSA *et al.*, 2019; ROSA *et al.*, 2017).

A não realização do SPD da maneira adequada traz consequências negativas, como compactação e o retorno da erosão. Devido o aumento na perda de solos, do escoamento superficial de sedimentos, decorrentes das intensas precipitações nas lavouras, provocando a desestruturação de parte do perfil do solo e promovendo a perda dos nutrientes e da matéria orgânica presentes no mesmo, a produção agrícola sofre anualmente (SALOMÃO, 2020; DIDONÉ, MINELLA e EVRARD, 2017). A erosão do solo é agravada pela falta de informações fornecidas aos agricultores e uso de medidas de conservação isoladas sem coordenação na escala de captação (DIDONÉ, MINELLA e EVRARD, 2017).

Segundo trabalhos realizados em parceria com Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná) o prejuízo médio causado pela perda de nutrientes nas lavouras anuais do Paraná contabilizaria R\$ 242 milhões e as perdas e custos associados à erosão hídrica variam em função de taxas de cobertura do solo (CULTIVAR, 2021). Em que, quanto maior a cobertura, menor a perda de água, matéria orgânica, terra e nutrientes. O solo com 90 % de cobertura, em comparação àquele com 0 %, reduziu as perdas médias de água em 51,97 %, de terra em 54,44 % e de matéria orgânica em 54,91 % (DECHEM *et al.*, 2015). Considerando o Brasil, a estimativa do custo da perda destes nutrientes pela erosão do solo está na ordem de R\$ 2,11 bilhões (CULTIVAR, 2021). Vale ressaltar, que os custos atuais, principalmente relacionados aos fertilizantes, são superiores aos da época do estudo.

Ainda, quanto maior o pacote de medidas conservacionistas que o produtor adota, maior o valor da terra (TELLES *et al.*, 2018). O estudo considerou diversas regiões do Brasil verificou que o hectare de terra conduzido no sistema de plantio direto vale US\$ 2.305, valor 43,2 % maior em relação a mesma proporção com cultivo convencional (US\$ 1.609) e 135 % superior ao preço da área com cultivo mínimo (US\$ 987). No Paraná a área que utiliza plantio direto teria valor de US\$ 4.080 por hectare, 41,42 % maior que no cultivo convencional (US\$ 2.991/hectare) e 108 % mais valiosas que a com cultivo mínimo (US\$ 1.960/ha) (TELLES, 2018).

No sul do Brasil os produtores reduziram a conservação da agricultura apenas para a semeadura direta, o que não é o suficiente (DIDONÉ, MINELLA e EVRARD, 2017; MERTEN *et al.*, 2015). Enquanto o plantio direto é adequado para a adoção em regiões de clima temperado, em que a degradação da matéria orgânica é muito mais lenta, SPD é um complexo sistema apropriado às regiões de clima subtropical e tropical, com base em tecnologias para a viabilização da agricultura de forma sustentável, sem degradação do solo, podendo minimizar perdas de corretivos, fertilizantes e material orgânico (ANDRADE *et al.*, 2018). Os baixos resíduos (palhada) ocasionados pela não utilização de rotação de culturas não são o suficiente para reduzir o efeito do impacto da chuva. Aliado a esses fatos, observa-se retomada dos processos de erosão e degradação dos solos, com menos eventos de chuva, porém com maior intensidade e, consequentemente, maior perda de solo (DIDONÉ, MINELLA e EVRARD, 2017).

De acordo com Telles *et al.* (2019) apenas 6,3 das propriedades rurais pertencentes a bacia do Paraná III no município de Cascavel utilizam os três pilares do plantio direto. Preocupante, pois considerando os mapas de erosividade, a região Oeste do Paraná, é uma das regiões com chuvas de maior potencial erosivo do Estado (NETTO *et al.*, 2018; WALTRICK *et al.*, 2011) o que deve colocar o município de Cascavel em estado de alerta. Destaca-se, ainda, a necessidade de terraços e cultivo em nível (MERTEN *et al.*, 2015).

Ainda, em relação as preocupações referentes ao aquecimento global e os impactos diretos sobre a agricultura, o SPD é a melhor forma do solo estar mais resiliente e a produção, consequente, mais estável. Calegari (2006) apontava que com as evidências do efeito estufa, a mudanças climáticas tenderiam a diminuir o número de precipitações e aumentar a intensidade. Em estudos publicados pela Embrapa, ainda no ano de 2008, apresentaram previsões com modelos em que a soja seria a cultura que mais sofreria com efeitos do aumento da temperatura decorrente do aquecimento global (EMBRAPA, 2008). As simulações mostraram que no sul do país e nos cerrados nordestinos seriam fortemente atingidas. Afirmaram que em 2020 poderia sofrer perdas de R\$ 3,9 a 4,3 bilhões.

Na safra 2021/2022 a influência do fenômeno La Niña na Região Sul, São Paulo e em Mato Grosso do Sul, com drástica redução das precipitações em novembro e dezembro de 2021, foi determinante para a redução da produtividade nessas áreas que refletiu na redução nacional para 125.552,3 mil de toneladas, valor 9,9 % inferior ao da safra 2020/21, e a produtividade média alcançada foi de 3.029 kg/ha, refletindo o déficit hídrico nas regiões já citadas (CONAB, 2022). Ainda, que em 2050 o prejuízo pode chegar a R\$ 6,3 bilhões e em 2070 alcançar R\$ 7,6 bilhões nos piores cenários (EMBRAPA, 2008). Cabe aos agentes responsáveis desenvolver

estratégias para enfrentar estes cenários, de forma que o conhecimento científico já existente seja levado até o produtor rural de forma eficaz.

Outro aspecto a ser considerado é o aumento considerável da resistência de diversas plantas daninhas aos herbicidas utilizados para o manejo. No auge de crescimento, o SPD dependia de uma variedade de herbicidas para o efetivo controle das plantas daninhas (DESPCH, 2013). No entanto, com o passar dos anos, principalmente com o surgimento da transgenia, o sistema começou a ficar mais dependente do glifosato. O que causou um número crescente de plantas daninhas resistentes (ANDRADE *et al.*, 2018; DESPCH, 2013). Com o aumento da resistência, houve aumento do custo de controle, utilizando mais de um herbicida e muitas vezes, aplicações sequenciais. Os principais custos da resistência de plantas daninhas relacionam-se à necessidade do uso de herbicidas alternativos ao glifosato, visto que este é considerado um herbicida de baixo custo (GIRALDELI, 2018), e às perdas de produtividade devido à competição das plantas daninhas resistentes remanescentes na lavoura (EMBRAPA, 2017) diminuindo ainda mais a rentabilidade do produtor (GIRALDELI, 2018).

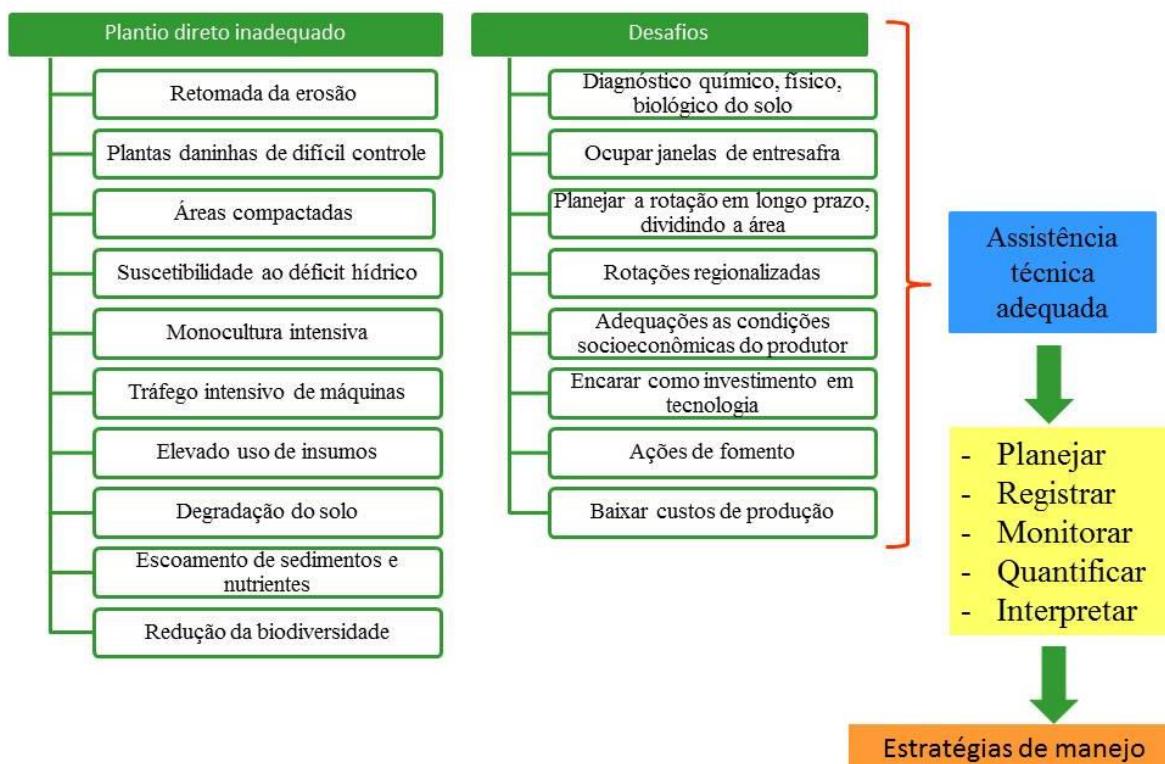
Quando não há resistência, o custo de controle seria uma aplicação de glifosato na dessecação e duas na pós-emergência, resultando em custo total aproximadamente US\$ 32 no ciclo da cultura (GIRALDELI, 2018). A autora afirmou que, em infestação conjunta de capim-amargoso e buva, o custo de controle pode chegar a, aproximadamente US\$ 160, ou seja, no Brasil a resistência pode até quintuplicar o custo de controle. E esses custos são suportados pelos produtores e pelo ambiente que recebe maior quantidade de defensivos (GIRALDELI, 2018). No ano de 2022 os custos são superiores aos descritos acima.

A decisão dos produtores é baseada no mercado das commodities e não em recomendações com bases científicas por agentes de extensão (TELLES *et al.*, 2019). Dentro deste aspecto, cabe aos setores responsáveis, o questionamento em relação a assistência técnica oferecida aos produtores. Na região Oeste do Paraná a assistência é realizada basicamente por cooperativas, que tem outros objetivos associados, com foco principal na venda de insumos (defensivos e fertilizantes). Deve-se aumentar a conscientização de agricultores e comunidades locais para reduzir a degradação do solo e a transferência de sedimentos para os sistemas fluviais (DIDONÉ, MINELLA e EVRARD, 2017).

O caminho será a realização da extensão de forma correta e por profissionais preparados (Figura 2). A rotação deve ser encarada considerando não somente os benefícios agroambientais, mas principalmente a rentabilidade do produtor. A assistência técnica, que no caso da região Oeste do Paraná é realizada por cooperativas ou revenda de produtos, é um fator

preocupante, visto que os profissionais têm outros objetivos envolvidos, principalmente a venda de produtos químicos.

**Figura 2** - Principais problemas relacionados ao atual manejo do plantio direto e desafios a serem alcançados.



Das práticas fundamentais para eficiência e sustentabilidade necessárias ao sistema plantio direto elencadas acima, este trabalho se atém a destacar a importância da rotação de culturas, que segundo Derpsch *et al.* (2014), em um sistema de plantio direto, manejo e manutenção de resíduos tem igual importância quanto o mínimo revolvimento do solo.

### Rotação de culturas e a importância das plantas de cobertura

Embora utilizados muitas vezes como sinônimos, os conceitos de rotação de culturas e plantas de cobertura que na prática tem igual importância apresentam diferenças. A rotação de culturas é o ato de rotacionar plantas no mesmo espaço e em tempos diferentes, estas plantas podem ser culturas comerciais ou não. Já plantas de cobertura são plantas consideradas funcionais, que tem como principal objetivo melhorar o perfil do solo, melhorando infiltração, fixando nitrogênio, adicionando carbono ao solo, ciclando nutrientes, exsudando compostos orgânicos específicos, além de efeitos sobre pragas, doenças e plantas daninhas (SOLO SEEDCAST, 2022; BERTOLLO; LEVIEN, 2019; ROSA, 2013). O resultado é o aumento de

produtividade de todas as culturas econômicas envolvidas nos sistemas de rotação, podendo também reduzir os custos de produção (CANALLI *et al.*, 2020).

Cabe aqui destacar que, em sistema plantio direto é importante realizar rotação de culturas em que estejam incluídas plantas de cobertura no planejamento. Isto porque, rotações de culturas bem planejadas, em comparação com sistemas contínuos de monocultura, podem reduzir a dependência de insumos externos e consequentemente aumentar o rendimento das culturas e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Todas as características de uma rotação de culturas realizada de forma adequada conferem, entre outras vantagens, a construção de um perfil do solo resiliente. Com o perfil do solo estruturado, a cultura comercial implantada a seguir terá maior estabilidade de produção (BERTOLLO e LEVIEN, 2019).

A rotação de culturas também é essencial no manejo de espécies de plantas daninhas resistentes a herbicidas (D'AMICO-DAMIÃO *et al.*, 2020). Esse conceito é difícil de ser entendido pelo produtor, que encara a implantação de um sistema de rotação de culturas como oneroso. Porém, o custo da rotação de culturas é o mesmo do controle químico de daninhas que deixa de ser realizado (Figura 3). Quanto maior a diversificação maior LUCRO e maior produtividade. É comprovado que sistemas mais diversificados de rotação de culturas são mais rentáveis e economicamente mais vantajosos (CANALLI *et al.*, 2020). O controle de daninhas pode ser por supressão ou alelopatia (MAULI *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2022).

**Figura 3** - Comparação entre áreas lado a lado com cultivo de consórcio em entre plantas de cobertura e área em pousio ao lado. a) Área com consórcio de plantas de cobertura e b) Área ao lado mantida em pousio.

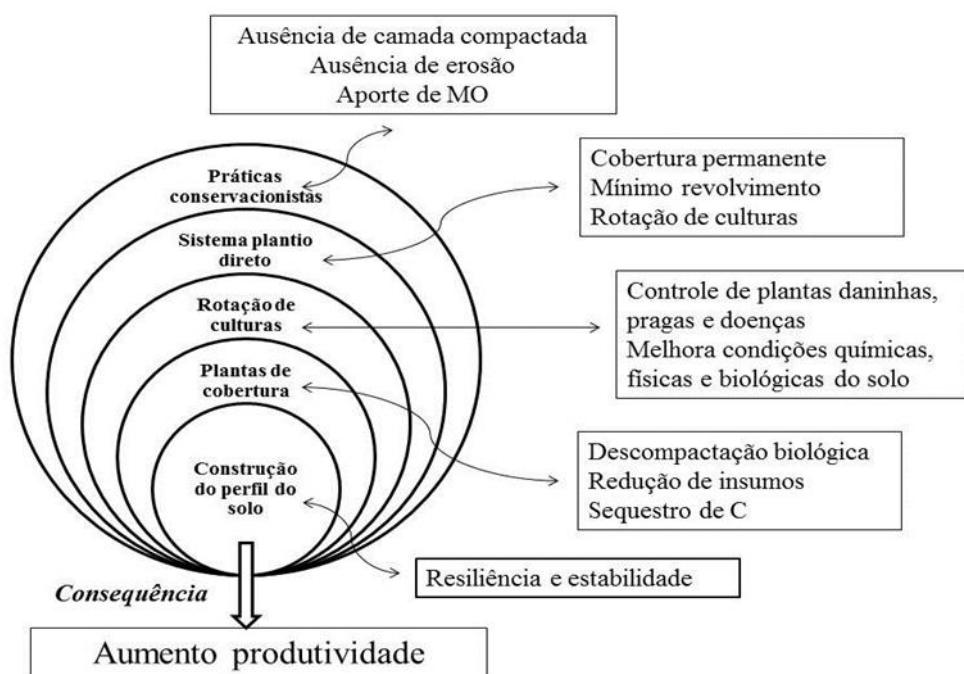


Além do manejo de plantas daninhas, a rotação de culturas pode contribuir para o manejo de doenças causadas por fitopatógenos necrotróficos. A rotação de culturas reduz a densidade de inóculo dos fitopatógenos através de dois mecanismos, ou supressão do alimento

ou a intensificação da atividade antagônica dos microrganismos do solo e a exposição do patógeno à competição microbiana decorrente da rotação (REIS, 2011).

As plantas de cobertura, ao ocupar as áreas agrícolas em períodos do ano em que o solo permanece em pousio, ou seja, nas entressafras, têm um papel importante para a melhoria da qualidade do SPD (BAYER e WILDNER, 2022). Ao ouvir o termo rotação de culturas automaticamente a maioria dos produtores já imagina custo e redução de lucro, no entanto, sabe-se que é uma tecnologia que deve ser encarada como investimento e que comprovadamente há aumento do lucro, o desafio é realizar extensão desse conhecimento. Além do baixo custo, a melhoria dos sistemas de culturas com uso de plantas de cobertura tem um forte potencial de aumento na produtividade das culturas comerciais, com ganho de até 20%, na melhoria da saúde do solo e na ampliação das taxas de sequestro de C (BAYER e WILDNER, 2022). Essas relações são observadas na Figura 4.

**Figura 4-** Vantagens da utilização de agricultura sustentável com consequente aumento da produtividade



Há ampla variedade de opções de plantas de cobertura que podem ser cultivadas nas diferentes épocas do ano agrícola, diversidade de condições edafoclimáticas e de manejo adotados de sul a norte do país (CHERUBIN, 2022). As plantas de cobertura podem ser cultivadas tanto isoladas ou em consórcios ou mixes.

### Rotações recomendadas

Às vezes por desconhecimento da variedade de possibilidades de plantas de cobertura que existem e das vantagens que apresentam, os produtores que utilizam, acabam usando sempre as mesmas espécies, como exemplo, na região Oeste do Paraná, nabo forrageiro e aveia preta. Porém, segundo Cherubin (2022) há uma série de questionamentos a respeito, como: Quais as melhores opções para cultivo em subtropical e tropical do Brasil? Qual a recomendação técnica (época de semeadura, quantidade de sementes, ciclo e produção de biomassa)? Em função disso, nesse trabalho é apresentado um resumo das principais plantas utilizadas ou com possibilidade de utilização para região Oeste do Paraná (Tabela 2).

As gramíneas (Poaceae) são as espécies que produzem resíduos com maior permanência, quando o objetivo é a manutenção da cobertura do solo; contudo, são das leguminosas (Fabaceae) os resíduos de maior qualidade (AMBROSANO, 2005). Quando se pensa em consórcio entre leguminosas e gramíneas, as leguminosas tem uma relação carbono/nitrogênio mais baixa, ou seja, possuem mais nitrogênio e com isso promovem o aumento desse nutriente no solo. Já as gramíneas tem uma relação carbono/nitrogênio mais alta aumentando o carbono no solo (SOLO SEEDCAST, 2022). Porém, várias espécies de várias famílias podem ser utilizadas em rotação (Tabela 2).

A existência de empresas especializadas na comercialização de sementes de plantas de cobertura certificadas e estudadas para cada região garante mais credibilidade e garantias ao processo, tornando o setor de implantação de rotação de culturas com plantas de cobertura mais profissional e com assistência técnica adequada. As plantas de cobertura devem ser encaradas como cultura comercial. Por isso, após a escolha da espécie(s) adequada, toda sequência deve ter cuidados com (RAIX, 2022): planejamento: trata sobre o ciclo necessário, o tamanho da janela disponível para formação da cobertura e o ambiente de produção; implantação: dessecação pré-semeadura da área onde será implantado e densidade de semeadura correta das espécies para obter o máximo desempenho; monitoramento: precisa ser tratada como uma cultura comercial, como se ela fosse responsável por toda rentabilidade da lavoura; manejo: rolar para ter horizontalidade na palha, conservação de umidade, melhor controle das plantas daninhas e dessecar de forma antecipada, para que não haja problemas com a plantabilidade da cultura comercial.

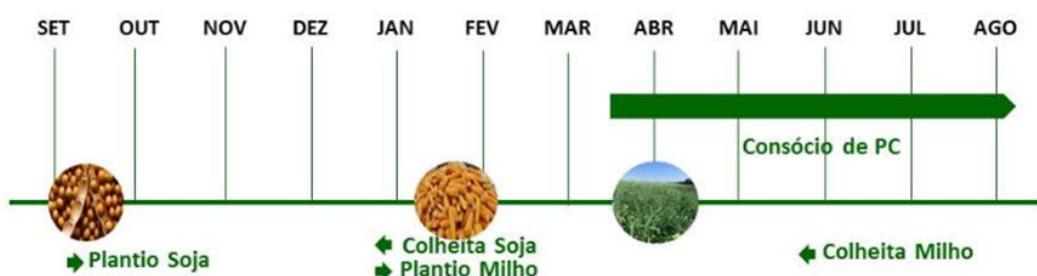
As características fitotécnicas das plantas de cobertura devem ser observadas na escolha da melhor rotação. Como por exemplo, comparando as braquiárias (Tabela 2), a braquiária *U. brizantha* tem ciclo de 70 a 180 dias, já a *U. ruziziensis* é de 40 a 50 dias. Essa escolha depende da janela do produtor e do objetivo da rotação. Outro parâmetro a ser avaliado para que haja

um eficiente manejo do sistema plantio direto com construção de um perfil estruturado do solo, o produtor deve adicionar em torno de 8 ton/ha/ano (CANALLI *et al.*, 2019), essa característica é importante ser observada em cada planta de cobertura (Tabela 2). Alguns cuidados em relação ao manejo fitossanitário também devem ser observados. Como no caso do nabo forrageiro é uma planta indicada principalmente por seu efeito na descompactação do solo, porém é uma planta multiplicadora de mofo branco.

A Tabela 2 apresenta informações de plantas de cobertura em separado. Porém, o indicado é sua utilização em consórcios, associando seus benefícios e inibindo algumas limitações. A utilização de plantas de cobertura na agricultura entre as janelas das culturas comerciais, principalmente em consórcios, é fundamental para a bioativação da vida no solo, (SOLO SEEDCAST, 2022).

O posicionamento das plantas de cobertura para utilização das janelas do ano agrícola deve ser definido de acordo com o interesse do produtor, sempre dentro do planejamento da rotação na área. Por exemplo, se o produtor plantou milho safrinha (Figura 5) e a colheita é em junho, as plantas de cobertura serão implantadas no vazio invernal (jun/ago) para preparar o solo para a semeadura da soja (set/out). Já se o produtor tem o objetivo de semear trigo no período do inverno, utiliza-se o vazio outonal, logo após a colheita da soja (fev/mar), um período em que se deve utilizar plantas de ciclo curto. Ambas as estratégias são de extrema importância para o manejo da buva, visto que o solo não ficará descoberto e as sementes fotoblásticas positivas não germinarão (GIRALDELI, 2018). De acordo com Canalli *et al.* (2020) a utilização de plantas de cobertura durante o inverno e culturas comerciais durante o verão aumenta a rentabilidade do sistema de rotação de culturas.

**Figura 5** - Posicionamento do consórcio de plantas de cobertura na janela do vazio invernal.



PC: plantas de cobertura.

**Tabela 2- Resumo das principais características de algumas plantas de cobertura indicadas para primavera/verão e outono inverno na região Oeste do Paraná**

Planta de cobertura	Nome científico	Características gerais	Informações fitotécnicas	Indicações de uso	Limitações de uso
<b>Primavera/Verão</b>					
Braquiárias	<i>Urochloa brizantha</i> , <i>U. decumbens</i> , <i>U. ruziziensis</i>	- gramíneas tropicais - É uma das espécies mais utilizadas em sistema de plantio direto em consórcios com outras culturas e em sistemas de integração lavoura-pecuária.	Época de semeadura: <i>U. brizantha</i> - out a fev (70-180)* <i>U. decumbens</i> - out a fev (70-120) <i>U. ruziziensis</i> - nov a fev (40-50)  <i>U. brizantha</i> : Biomassa: 12 a 27 t/ha/ano; Massa seca: 8 a 20 t/ha/ano. <i>U. decumbens</i> : Biomassa: 20 a 30 t/ha/ano; Massa seca: 12 a 15 t/ha/ano. <i>U. ruziziensis</i> Biomassa: 20 a 40 t/ha/ano Massa seca: 12 a 16 t/ha/ano	Sistemas integrados (principalmente em lavoura-pecuária) e para consórcio com culturas de interesse comercial (p. e. milho, soja e café).	Dependendo da cultivar e da espécie: podem ser suscetíveis a cigarrinha das-pastagens. O controle e dessecação pode apresentar rebrota. Cuidado com solo mal drenado. Acúmulo de sementes viáveis no banco de sementes do solo. Baixa adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade.
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	Contém boa qualidade nutricional, geralmente usada como ração para aves, suínos e ruminantes.  Baixa exigência hídrica, rusticidade, alta capacidade de produção de massa seca, estruturação do solo e controle de nematóides.	Época de semeadura Antecipado: Set; Época ideal: Out à nov; Segunda safra - tardio: Dez a mai. (45-50).  Biomassa: 50 - 60 t/ha.  Massa seca: 8 - 15 t/ha.	Entressafra, baixa exigência nutricional, menor exigência hídrica, sistema radicular profundo e alta capacidade de produção de massa verde e seca.  É um mal hospedeiro de nematóides.	Cultura praticamente não apresenta limitações.
Trigo Mourisco	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Rústica, de ciclo curto, com diversos usos e tem sido redescoberto em vários países, devido ao seu potencial como alimento nutricêutico, diabético e medicinal.  Tolerante à acidez,	Época de semeadura Ideal: Outubro a dezembro; Com restrições: Janeiro a Março (com restrições). (35 a 50)  Biomassa = 15 a 28 t/ha; Massa seca = 3,0 a 6,0 t/ha.	Alternativa de rotação de culturas no período de primavera-verão (nas Regiões do Sul) ou outono-inverno Alta produção de biomassa e controle de nematóides. Elevada tolerância ao déficit hídrico.	Não tolera solos úmidos. A temperatura ideal do solo para plantio deve ser acima de 18°C. Além disso, a planta é sensível ao frio. Necessita polinização cruzada para gerar grãos desta forma a presença de abelhas é essencial sendo obrigatório o cuidado com inseticidas não seletivos a abelhas.

capacidade de aproveitamento de sais de fósforo e potássio pouco solúvel no solo, com bom desenvolvimento em solos mais pobres.

**Outono/Inverno**

Aveia-branca	<i>Avena sativa</i>	Excelente alternativa para o cultivo de inverno em sistemas de rotação de culturas. A planta conta com um sistema radicular fibroso e fasciculado.	Época de semeadura: Mar a Abr (cobertura de solo e alimentação animal); Mai a Jun (produção de sementes). (80 – 110) Biomassa = 30 - 50 t/ha; Massa seca = 7 - 15 t/ha.	Importância na agropecuária por apresentar resistência à seca, tolerância ao frio e geadas, resistência ao pisoteio animal e boa produção de biomassa. A incidência de doenças e pragas é baixa na cultura. Além disso, o custo de cultivo e produção de sementes é relativamente baixo.	Época de plantio: períodos de temperaturas amenas. Tanto a aveia branca quanto a preta podem ser suscetíveis ao vírus do nanismo amarelo da cevada e à helmintosporiose. A presença de alumínio tóxico no solo pode causar danos a cultura.
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	Utilizada como forrageira para nutrição animal devido ao alto teor de proteína e digestibilidade, e excelente planta de cobertura. A aveia-preta é mais precoce do que a maioria dos cereais de inverno, alta capacidade de perfilhamento e com rápido crescimento.	Época de semeadura Março a julho. (80-110) Biomassa = 30 - 60 t/ha; Massa seca = 5 - 10 t/ha.	A aveia preta é uma ótima alternativa como cultura de cobertura de inverno, principalmente no Sul do Brasil. Utilizada na entressafra em sistemas de plantio direto. Possui alto potencial de produção de biomassa, baixo custo de plantio e rapidez de cobertura do solo.	Necessita de luz de boa Qualidade para bom perfilhamento. Sensível a altos teores de alumínio e não tolera solos encharcados.
Centeio	<i>Secale cereale</i>	Destinada principalmente para colheita de grãos e forragem. Alta rusticidade, crescimento inicial vigoroso com sistema radicular profundo e agressivo. Cultura resistente ao frio e	Época de semeadura A partir de Mar (pastagem) Mai a Jul (Cultivo para produção de grãos). (60 – 90) Biomassa = 20 - 30 t/ha Massa seca = 4 - 10 t/ha.	O Centeio pode ser utilizado como cultura de cobertura no período do outono/inverno resistente a geadas. Redução de inóculos de doenças no solo e por possuir altos teores de lignina, hemicelulose e celulose, persiste como cobertura sobre a superfície do solo. Suas raízes profundas e agressivas acessam os nutrientes indisponíveis a	Cuidados na semeadura, por ser de semente pequena normalmente é semeada a lanço devido a rapidez da operação, entretanto, isso implica em maior gasto com sementes, número de operações e dificuldade de controle de plantas daninhas.

		ao alumínio tóxico no solo. O centeio produz a mesma quantidade de massa seca que o trigo com apenas 70% da água.		outras plantas.	
Ervilha Forrageira	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>arvense</i>	Planta de clima temperado, anual e precoce, com desenvolvimento razoável em clima subtropical. Teor de proteína bruta (20%) elevando a qualidade da forragem.	Época de semeadura: Jan a jun 80 (110 dias (pleno florescimento) 145 - 160 dias completo) Biomassa = 35 t/ha; Massa seca = 4 - 6 t/ha.	Rústica, com crescimento inicial rápido e elevada capacidade de cobertura de solo. Usada como adubação verde e fonte de nitrogênio, melhorando a fertilidade do solo, além da sua utilização como forragem verde, feno, silagem, ou como grãos secos para alimentação animal.	Custo na implementação, sendo elevado devido ao tipo de frutificação e o lento estabelecimento a partir de estolões (que podem ser trocados por sementes). Durante a implementação, o crescimento é lento sob condições de déficit hídrico.
Ervilhaca comum	<i>Vicia sativa</i>	Proporciona boa cobertura do solo, pode atingir de 50 a 80 cm de altura. Espécie adaptada para região Sul do Brasil.	Época de semeadura: Abr a Jun (120-150) Biomassa = 20 - 30 t/ha; Massa seca = 4 - 7 t/ha.	É capaz de ocupar o solo durante os meses sem culturas desde que supridas as demandas por água. Uma característica fundamental é a capacidade de fixação de Nitrogênio pela cultura.	A ervilhaca comum não tolera solos muito úmidos nem excessivamente ácidos. Não é muito resistente ao pisoteio, porém quando consorciada com as gramíneas pode ser usada em pastejo direto.
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	Sistema radicular agressivo do tipo pivotante capaz de explorar solos compactados e adensados em grandes profundidades. Promove uma cobertura ao solo de 70% em cerca de 60 dias e, suas características alelopáticas inibem o desenvolvimento de espécies invasoras. Produção de biocombustível.	Época de semeadura: De abr a mai (época ideal) De jun a jul (com restrições) (60 - 90) Biomassa = 20 - 65 t/ha Massa seca = 3 - 9 t /ha	Tradicionalmente é utilizada como adubação verde, devido à alta reciclagem de nutrientes, principalmente do fósforo e nitrogênio.	Por conta de sua baixa relação C:N, a decomposição da palha de nabo forrageiro é muito rápida e, para que a palha perdure por mais tempo no solo, recomenda-se o consórcio com alguma gramínea. Necessita a aplicação de herbicidas para evitar uma infestação devido a rebrota do material cortado, podendo também apresentar efeito alelopático em algumas culturas como o feijão. É suscetível ao Mofo-branco ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) podendo ser seu hospedeiro.

Fonte: Cherubin, 2022. \* Dias após a semeadura

### Considerações finais

Existe uma série de desafios para que as técnicas adequadas para que o SPD seja realizado de forma adequada sejam entendidas e praticadas pelos produtores. Entre eles: Como fazer com que o produtor acredite nos resultados das pesquisas? Como fazer com que a informação chegue até ele da maneira adequada? Os benefícios já são conhecidos, mas como provar e levar ao produtor que não há aumento de custos? Como entender a prática com investimento e tecnologia? A resposta a essas questões estão relacionadas a extensão realizada adequadamente mostrando que a médio e longo prazo o SPS reduz os custos e aumenta a lucratividade.

A diferenciação entre plantio direto e SPD deve estar clara, tanto para produtores como para técnicos. Assim como estudos de métodos regionalizados em diferentes condições ambientais, sociais e econômicas presentes na região Oeste do Paraná, devem ser disponibilizados e apresentados. A rotação deve ser encarada considerando não somente os benefícios agroambientais, mas principalmente a rentabilidade do produtor. A assistência técnica, que no caso da região Oeste do Paraná é realizada por cooperativas ou revenda de produtos, é um fator preocupante, visto que os profissionais têm outros objetivos envolvidos, principalmente a venda de insumos.

Projetos que incentivam a sustentabilidade dentro de todos os setores, inclusive na agricultura, como tendências mundiais de investimento em tecnologias de baixo carbono, com inclusive, fomento para produção mais sustentável, estão sendo instituídos. Exemplos desse incentivo são: políticas públicas como o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), que propõe seis tecnologias, entre elas, o Sistema de Plantio Direto, que propõe expandir em mais 8 milhões de hectares; iniciativas privadas, como o projeto PRO CARBONO, da Bayer, que oferece vantagens para os agricultores brasileiros que estão dispostos a ampliar sua produtividade e, igualmente, aumentar o sequestro de carbono no solo a partir da adoção de práticas agronômicas sustentáveis; ainda, no caso do estado do Paraná, o governo retomou políticas públicas para trabalhar a técnica do plantio direto com mais qualidade, criou o PROSOLO, o Programa Integrado de Conservação de Solo e Água do Paraná.

### Conclusões

As principais dificuldades e desafios para adoção do sistema plantio direto na região Oeste do Paraná estão relacionadas a realização da extensão de forma correta e por profissionais preparados, a fim de conscientizar e orientar o produtor para o planejamento correto do sistema, somado a ações de fomento como subsídio a quem se propõe a trabalhar com esse tipo de manejo.

## Referências

- AMBROSANO, E. J.; GUIRRAO, N.; ANTARELLAA, H.; SSETO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A.; FOLTRAN, D. E. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto.** Informações Agronômicas: Potafós, Piracicaba, n. 112, p. 1-16, 2005. (Boletim técnico, n. 112).
- ANDRADE, A. T.; TORRES, J. L. R.; PAES, J. M. V. P.; TEIXEIRA, C. M.; CONDÉ, A. B. T. Desafios do Sistema Plantio Direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.39, n.302, p.18-26, 2018.
- BAYER, C.; WILDNER, L. P. Prefácio. In: CHERUBIN, M. R. (org.). **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo.** Piracicaba : ESALQ-USP, 2022, 126 p.
- BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208-218, 4 dez. 2019.
- CALEGARI, A. Plantas de cobertura. (2006) - In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade.** Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, p. 55-73.
- CANALLI, L. B. S. C.; COSTA, G. V.; VOLSI, B.; LEOCÁDIO, A. L. M.; NEVES, C. S. V. J.; TELLES, T. S. Production and profitability of crop rotation systems in southern Brazil Produção e rentabilidade de sistemas de rotação de culturas no sul do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, p. 2541-2554, 2020. DOI: 10.5433/1679-0359.2020v41n6p2541.
- CANALLI, L.B.S.; CONCEIÇÃO P.C.; CASSOL, C.; PRODUÇÃO DE BIOMASSA. In: BERTOL, O.J.; COLOZZI FILHO, A.; BARBOSA, G.M.C.; SANTOS, J.B.; GUIMARÃES, M.F. (editores). **Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná.** Curitiba: NEPAR-SBCS; 2019. p. 133-7.
- CHERUBIN, M. R. (org.). **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo.** Piracicaba : ESALQ-USP, 2022, 126 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2022.
- CULTIVAR. **Pesquisas quantificam prejuízos causados no solo pela erosão hídrica no Paraná.** 2021. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/pesquisas-quantificam-prejuizos-causados-no-solo-pela-erosao-hidrica-no-parana>. Acesso em 14 out 2022.
- D'AMICO-DAMIÃO, V.; BARROSO, A. A. M.; ALVES, P. L. C. A.; LEMOS, L. B. Intercropping maize and succession crops alters the weed community in common bean under no-tillage. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 50, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5065244>.

DECHE, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; DE MARIA, I. C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia** [online], v. 74, n. 2, p. 224-233, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0363>.

DERPSCH, R.; FRANZLUEBBERS, A.J.; DUIKER, S.W.; REICOSKY, D.C.; KOELLER, K.; FRIEDRICH, T.; STURNY, W.G.; SÁ, J.C.M.; WEISS, K. Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil and Tillage Research**, v. 137, p. 16-22, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.10.002>.

DIDONÉ, E. J.; MINELLA, J. P. G.; EVRARD, O. Measuring and modelling soil erosion and sediment yields in a large cultivated catchment under no-till of Southern Brazil, **Soil and Tillage Research**, v. 174, p. 24-33, 2017. , <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.05.011>.

EMBRAPA. (2017). **Custos da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/trigo/infraestrutura/plantas-daninhas/gerbe/resistencia/custos#:~:text=Em%20um%20cen%C3%A1rio%20de%20infesta%C3%A7%C3%A3o%20conjunta%20de%20capim%20damargoso%20e,160%2C%20conforme%20ilustrado%20na%20Figura>. Acesso em: 18 de out de 2022.

EMBRAPA. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. EMBRAP/Unicamp, agosto, 2008, 84 p.

FEBRAPDP (FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA). **Sistema Plantio Direto: os pilares do equilíbrio**. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/noticias/680/sistema-plantio-direto-os-pilares-do-equilibrio>. Acesso em: 31 de out de 2022.

FERNANDES, A. M. F. **Qualidade do sistema plantio direto e sua relação com a erosão do solo e o meio ambiente**. Dissertação mestrado: UNICRUZ, 2018, 121 p.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. (2011) - **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 52 p. (Documentos, 327).

FUENTES-LLANILLO, R.; TELLES, T. S.; SOARES JUNIOR, D.; MELO, T. R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A. Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil, **Soil and Tillage Research**, v. 208, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104877>.

GIRALDELI, A. L. 2018. **Como fazer o controle da buva resistente a glifosato**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/controle-da-buva-resistente-glifosato/>. Acesso em: 18 de out de 2022.

MAULI, M. M.; MENEGUETTI, A. M.; NOBREGA, L. H. Terpenes behavior in soil. Capítulo 8 - *In* OLIVEIRA, M. S.; SOUZA FILHO, A. P. S. **Terpenoids: recente advances in extraction, biochemistry and biotechnology**. Benthan books, p. 169-192, 2022.

MERTEN, G.H.; ARAÚJO, A.G.; BISCAIA, R.C.M.; BARBOSA, G.M.C.; CONTE, O. No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil, **Soil and Tillage Research**, v. 152, p. 85-93, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.03.014>.

NETTO, C. F.; VIRGENS FILHO, J. S. GABRIELA L. Análise da erosividade da chuva no estado do Paraná e cenários futuros impactados por mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018.

OLIVEIRA, M. S.; CRUZ, J. N.; ANDRADE, E. H. A.; SOUZA FILHO, A. P. S. Potential use of terpenoids in weed management - *In* OLIVEIRA, M. S.; SOUZA FILHO, A. P. S. **Terpenoids: recente advances in extraction, biochemistry and biotechnology**. Benthan books, p. 200-213, 2022.

POSSAMAI, E. J.; CONCEIÇÃO, P. C.; AMADORI, C.; BARTZ, M. L. C.; RALISCH, R.; VICENSI, M.; MARX, E. F. Adoption of the no-tillage system in Paraná State: A (re)view. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, 2022.

RAIX SEMENTES. 2022. **Quem somos**. Disponível em: <https://raixsementes.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, pp. 85-91, 2011. <<https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000300001>>.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P. ; M. M. ; PICCOLO DE LIMA, G. ; SPIASSI, A.; MENEGHETTI, A. M. . Physical and chemical properties of an oxisol after maize cropping on rotation with leguminous plants. **Bioscience Journal**, v. 35, p. 1120-1130, 2019.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; MAULI, M.M ; PICCOLO DE LIMA, G. ; PACHECO, F. P. Humic substances in soil cultivated with cover crops rotated with maize and soybean. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v. 48, p. 221-230, 2017.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, e154911870, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1870>.

SISTEMA OCEPAR (2019). **PLANTIO DIRETO: Tecnologia desenvolvida no Paraná contribui para o equilíbrio ambiental**. Disponível em: <https://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/comunicacao/2011-12-07-11-06-29/ultimas-noticias/122731-plantio-direto-tecnologia-desenvolvida-no-parana-contribui-para-o-equilibrio-ambiental>. Acesso: 31 de out de 2022.

SOLO SEEDCAST. 2022. **Rotação de culturas alinha produção comercial às demandas naturais do solo e das plantas**. Disponível em: [https://www.soloseedcast.com.br/post/rotacao-de-culturas-alinha-producao-comercial-as-demandas-naturais-do-solo-e-das-plantas?gclid=EAIAIQobChMI3PjAm8rG-gIVDzKRCh0YxwW2EAA YasAA EgKOyvD\\_BwE](https://www.soloseedcast.com.br/post/rotacao-de-culturas-alinha-producao-comercial-as-demandas-naturais-do-solo-e-das-plantas?gclid=EAIAIQobChMI3PjAm8rG-gIVDzKRCh0YxwW2EAA YasAA EgKOyvD_BwE). Acesso em: 04 out 2022.

TELLES, T. S.; LOURENÇO, M. A.; OLIVEIRA, J. F.; COSTA, G. V.; BARBOSA, G. M.C. Soil conservation practices in a watershed in Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 03, 2019. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180578>.

TELLES, T. S.; BASTIAAN P. R.; MAIA, A. G. Effects of no-tillage on agricultural land values in Brazil. **Land Use Policy**, v. 76, p. 124-129, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.053>.

WALTRICK, P. C.; MACHADO, M. A. M.; OLIVEIRA, D.; GRIMM, A. M.; DIECKOW, J. **Erosividade de chuvas no Estado do Paraná: Atualização e influência dos eventos “El Niño” e “La Niña”/al.**