

CONSORCIAÇÃO DE CULTURAS E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO: ALTERNATIVAS PARA A SUSTENTABILIDADE DO SOLO

Glassys Louise de Souza Cortez¹, Antonio Nolla¹, Neila Caroline das Dores da Silva Souza¹,
Andréia Paula Carneiro Martins¹ e Laísa Scotti Antoniel¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus de Umuarama, Pós-graduação em Ciências Agrárias,
Estrada da Paca, s/n, CEP: 87.500-000, Bairro São Cristovão, Umuarama/PR, E-mail:
glassyscortez@yahoo.com.br, anolla@uem.br, neila237@hotmail.com, apcmartins@uem.br,
lala_scotti@hotmail.com

RESUMO: *A sustentabilidade nos sistemas de produção agrícolas são fundamentais para a garantia de práticas conservacionistas do solo e rentabilidade aos produtores rurais. Com o passar dos anos buscou-se a diversificação agrícola para garantir a sustentabilidade ambiental e econômica desse setor. O presente trabalho consistiu em buscar informações da associação entre o sistema plantio direto com a consorciação de culturas, para estabelecer alternativas para o cultivo do solo de forma sustentável. É inquestionável as vantagens desse modelo de implantação de culturas, pois o sistema plantio direto tem como principal característica a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. No entanto, para que este sistema se mantenha produtivo, é fundamental que sejam adotadas ferramentas capazes de promover a melhoria do solo, tornando-se mais sustentável, devido à melhor ciclagem de nutrientes e melhoria na disponibilização de água e nutrientes pelas espécies em consorciação. O sistema plantio direto incrementa estes benefícios, uma vez que proporciona manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, o que protege o solo contra o impacto das gotas de chuvas. As culturas consorciadas, ainda promovem o controle na incidência de pragas, doenças e plantas daninhas, o que irá reduzir os custos com insumos, além de garantir a manutenção da produtividade das culturas no decorrer dos anos.*

PALAVRAS-CHAVE: *sistemas conservacionistas, sustentabilidade, adubação verde.*

INTERCROPPING AND NO TILL: ALTERNATIVES FOR SOIL SUSTAINABILITY

ABSTRACT: *Sustainability in agricultural production systems are essential for the assuring of soil conservation and yield to farmers. Over the years, it was sought the agricultural diversification to ensure environmental and economic sustainability of this sector. This work was consisted in search information between no till in association with intercropping, to establish alternatives to the soil cultivation in a sustainable manner. Unquestionably, the advantages of this deployment model crops, because the no-tillage system has as main characteristic the maintenance of crop residues on the soil surface. However, for this system to remain productive, it is necessary adopt tools able to promote soil improvement, making it more sustainable, due to better nutrient cycling and improved availability of water and nutrients by species intercropping. The tillage system increases these benefits, since it provides maintenance of crop residues on the soil surface, which protects the soil from the impact of raindrops. The intercropping also promote control in the incidence of insects, diseases and weeds, that it will reduce input costs, and ensure the maintenance of crop yields over the years.*

KEYWORDS: *conservation systems, sustainability, green manure.*

INTRODUÇÃO

A adoção de práticas conservacionistas de solo e água são essenciais para o manejo de qualquer cultura, visando exploração racional do solo, de forma a garantir a sustentabilidade da prática agrícola. A agricultura praticada de forma conservacionista é adepta de tecnologias de enfoque sistêmico, com o objetivo de otimizar, preservar e conservar os recursos naturais, através do manejo integrado do solo, da água e biodiversidade sem o uso exacerbado de defensivos agrícolas (Denardin et al., 2009). A incorporação de novas tecnologias em parceria com profissionalismo tende a melhorar o gerenciamento dos fatores e processos de produção que são reconhecidos atualmente como alternativas voltadas ao desenvolvimento ambiental e economicamente sustentável, para prosperar a agricultura e inúmeros benefícios para a sociedade em geral (Freitas, 2013).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é um modelo de agricultura conservacionista que deve ser interpretado como a principal ferramenta para a sustentabilidade do desenvolvimento agrícola. Este processo de preparo e cultivo baseia-se na mínima mobilização e preservação dos resíduos culturais no solo; manutenção de cobertura superficial e constante; preservação da biodiversidade mediante a rotação e consorciação de culturas (Denardin et al., 2009). O plantio direto é considerado sistema de exploração agropecuário, o qual possui diversificação de espécies, através da rotação e consorciação de culturas, que garante o sucesso do sistema. O uso conservacionista visa a mobilização do solo somente na linha de semeadura. Além disso, é efetuada a manutenção dos resíduos culturais das espécies antecessoras na superfície do solo, sendo um complexo de tecnologias produtivas que visam maximizar o potencial genético das culturas através da otimização do fator ambiente e solo, com vistas a sustentabilidade, pela não degradação dos recursos naturais (Denardin, 1997).

O Sistema de Plantio Direto está caracterizado quando a superfície do solo estiver protegida por resíduos culturais, visando a proteção do solo e a ciclagem de nutrientes e de matéria orgânica para o solo (Primavesi, 2002). Todavia, na década de 90 o plantio direto cresceu de forma intensiva na região Sul do Brasil, e a aveia preta era a principal cultura de cobertura no período de outono e inverno, como antecessora das lavouras comerciais no período de verão. Entretanto, muitos produtores rurais tiveram interesse em incluir sistemas de produção de milho e outras espécies como o nabo forrageiro, espécie que possui sistema radicular agressivo, no intuito de reduzir o problema da compactação, e minimizar a utilização de fertilizantes.

O caráter conservacionista do plantio direto não pode ser considerado como somente a redução de perdas por processos erosivos, mas sim pela substancial redução de custos com a eliminação do preparo do solo que era realizado anualmente no sistema onde o solo é revolvido. Assim, o SPD deve atender três requisitos básicos voltados a práticas conservacionistas, tais como: redução do impacto das gotas de chuvas; redução da desagregação do solo e aumento da infiltração da água no solo (Sá et al., 2009). Com relação a esse último requisito, deve-se considerar que sob plantio direto há melhor estruturação do solo quando comparado ao sistema convencional, em decorrência do aumento da estabilidade dos agregados, o qual é favorecido pelos procedimentos que são realizados anteriormente à implantação do SPD. No sistema plantio direto ocorre uma melhoria na estruturação do solo, sendo que há aumento no tamanho dos agregados estáveis com o tempo de adoção do sistema, principalmente na camada de 0-5 cm (Assis e Lanças, 2012), Cabe ressaltar que a presença de palha favorece a redução do encrostamento e selamento superficial. Quanto maior for a utilização de maquinário e práticas para o preparo do solo, maior o grau de pulverização superficial do solo, o que favorece a formação do encrostamento e selamento superficial, o que contribui para potencializar os efeitos da erosão (Levien e Cogo, 2001)

Para garantir a sustentabilidade do sistema de plantio direto, em decorrência das altas taxas de decomposição do material orgânico em regiões de clima tropical, considera-se como alternativa a consorciação de forrageiras com a produção de grãos, de forma a proporcionar maior quantidade de resíduos produzidos pelo sistema (Chioderoli et al., 2010). A espécie forrageira em rotação pode ter como finalidade a exploração pecuária e posteriormente a formação de palhada para a manutenção e sustentabilidade do SPD (Sá et al., 2009).

Atualmente, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado como um dos grandes desafios atualmente para a população mundial, tendo em vista que deve-se buscar alternativas que aperfeiçoem os sistemas produtivos (Ceccon et al., 2008). Além disso, é de suma importância garantir o aumento da produtividade e rentabilidade para os produtores rurais, com vistas a preservação dos recursos naturais, tais como água e solo, além de proporcionar condições ideais para o desenvolvimento das culturas principalmente em regiões tropicais, de forma a racionalizar o processo produtivo, utilizando-se o mínimo de insumos e maximizando-se a produtividade das culturas que apresentam valor comercial.

Neste sentido, é recomendado a utilização de práticas complementares para que seja implementada a sustentabilidade do solo. Dentre elas, se destacam a consorciação de culturas, a adubação verde, a adubação orgânica e a rotação de culturas. O principal intuito destas

práticas é garantir a melhoria dos benefícios relacionados com o plantio direto, onde o aumento na disponibilização de nutrientes, o aumento da capacidade de retenção de cátions e ânions e a melhoria de alguns atributos físicos como a agregação e o aumento na capacidade de infiltração de água no solo. A consorciação de culturas tem como principal finalidade o cultivo de duas culturas simultaneamente, onde a cultura comercial deve ser cultivada para garantir o custeio da lavoura e as culturas em consórcio, como os adubos verdes, são cultivados para promover a proteção do solo, mantendo o solo coberto, reduzindo o efeito erosivo promovido pelo impacto da gota de chuva. Esta consorciação é mais importante no início do desenvolvimento das culturas anuais, uma vez que neste período o solo não apresenta plantas capazes de cobrir o solo totalmente. Em solo descoberto, o impacto da gota da chuva é responsável por 95% da erosão (Stallings, 1957), de forma que a manutenção do solo coberto propicia a conservação do solo na lavoura. Além disso, vários outros benefícios são destacados, como a maior ciclagem de nutrientes com o uso de duas culturas em subsequência, maior infiltração de água no solo, acúmulo de resíduos culturais e de matéria orgânica.

O trabalho visa detalhar o mecanismo da sustentabilidade do plantio direto através da consorciação de culturas, relatando os benefícios que o cultivo em rotação é capaz de gerar no setor agrícola brasileiro.

SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

O Sistema Plantio Direto (SPD) caracteriza-se pelo mínimo revolvimento mecânico do solo, ou seja, pode ser considerado como sistema de produção agrícola com manutenção da cobertura de resíduos culturais de forma permanente no solo (Bertioli Júnior et al., 2012). Denardin (2008) afirma que o SPD pode ser considerado como uma das ferramentas necessárias para que seja implementada a agricultura conservacionista. Esta forma de a forma de cultivo promove o cultivo do solo com baixo grau de revolvimento do solo, principalmente, quando comparado a outros sistemas de manejo de solo, de forma que o SPD fundamenta-se pela manutenção do solo permanentemente coberto por culturas e resíduos culturais. Entretanto, para que o plantio direto seja sustentável, é necessária a adoção de práticas que promovem a melhoria no poder de cobertura do solo e na qualidade física do solo, de forma que a rotação e consorciação de culturas (Sá et al., 2009) são alternativas para

garantir não somente maior produtividade, mas, assegurar a sustentabilidade do sistema (Scherer et al., 2007).

O sistema de plantio direto surgiu a partir das lavouras em sistema de cultivo convencional ou mesmo diretamente a partir da vegetação natural a partir da década de 70 no Paraná e Rio Grande do Sul. O plantio direto surgiu com vistas a minimizar o efeito do impacto da gota de chuva, ao diminuir os processos erosivos e consequentemente auxiliar na conservação dos solos (Faleiro e Neto, 2008). No entanto, a maior expansão do sistema conservacionista de preparo e cultivo do solo ocorreu nos anos 80 e 90, se expandindo para a região dos cerrados. No início da década de 90, o SPD apresentou expansivo crescimento na região Sul do País. Com o passar dos anos no Cerrado brasileiro, principalmente pelas práticas conservacionistas de manejo que garantiam melhor retorno financeiro pelo não revolvimento do solo, consequente da cobertura de resíduos culturais que reduzem significativamente as perdas de solo em decorrência de processos erosivos (Sá et al., 2009). Nesse contexto de expansão do plantio direto houve evolução de cerca de um milhão de hectares de culturas anuais para acima de 12 milhões no ano de 2000, em decorrência da utilização desse sistema em várias culturas perenes como alternativa de economia nos custos de produção (Freitas, 2013). Atualmente a área cultivada em sistema de plantio direto ultrapassa 32 milhões de hectares. Para os cultivos soja, trigo e feijão o sistema plantio direto totaliza 86,25% da área cultivada (Bublitz, 2014). No estado do Paraná, a área sob plantio direto totaliza 5,804 milhões de toneladas, sendo que para as culturas de verão (soja, milho e feijão) totaliza 91,65% da área cultivada nesse sistema (Bublitz, 2014).

O Sistema de Plantio Direto contribui com a recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas; melhor aproveitamento dos nutrientes, principalmente pela ciclagem de resíduos oriundos da decomposição dos resíduos vegetais (Scherer et al., 2007); reduz custos com a produção, devido aos menores gastos com combustível (Freitas, 2013) e ainda pela menor utilização de defensivos agrícolas. Alvarenga et al. (2011) afirma que o SPD proporciona a redução dos custos com maquinários e insumos agrícolas devido ao menor número de práticas necessárias durante o cultivo do solo. Além disso, esse sistema aumenta o teor de matéria orgânica do solo, o que pode ser atribuído pelo mínimo revolvimento e o acúmulo de resíduos vegetais no solo, o que possibilita a mineralização de forma gradual e lenta dos compostos orgânicos nas camadas superficiais (Scherer et al., 2007). Consequentemente, ocorre uma melhor estruturação física do solo, ou seja uma maior capacidade de agregação do solo, gerada pelo aumento da matéria orgânica do solo. Isso ocorre porque as partículas orgânicas são agentes cimentantes capazes de aumentar o tamanho

dos agregados no solo (Castro Filho et al., 1998). Desta forma, o sistema se mantém mais estável, sendo capaz de resistir mais aos agentes erosivos, apresentando maior sustentabilidade. A manutenção da cobertura vegetal, também contribui para a maior infiltração e manutenção da água em relação ao sistema de plantio convencional (Primavesi, 2002). Com o SPD, ocorre melhoria nas condições para a atividade biológica, pois aumenta a biodiversidade dos microrganismos que vivem no solo (Zonta et al., 2013; Denardin, 2014); bem como o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, pela quebra do ciclo das mesmas.

A cobertura realizada em superfície protege contra o aquecimento excessivo, além da perda de água pela alta refletividade da radiação solar, o que proporcionam condições benéficas por apresentar menor variação térmica diária, principalmente em regiões tropicais (Ceccon, 2008; Zonta et al; 2013). Para Coelho et al. (2013) a amplitude térmica no sistema de plantio convencional foi maior 11°C) em relação ao sistema de plantio direto (4,5-6,3 °C). Isso ocorre porque a manutenção dos resíduos culturais é capaz de reduzir a intensidade de radiação da luz solar, de forma que existe uma redução na evaporação devido à menor condutividade térmica, o que é eficaz na redução do aquecimento e da temperatura do solo (Trevisan et al., 2002).

O SPD além de reduzir a desagregação dos solos devido à manutenção constante do solo coberto, é um sistema eficiente na minimização do impacto das gotas de chuvas. Além disso, a manutenção dos resíduos culturais auxilia na melhoria da estrutura do solo, não apenas no aumento da estabilidade dos agregados (Calegari et al., 2006), mas em decorrência da melhoria das condições de permeabilidade e aeração (Roth et al., 1986). O plantio direto auxilia no controle dos processos erosivos, diminui os custos pela menor utilização de fertilizantes, melhora a estrutura do solo, pois a matéria orgânica do solo é considerada como agente cimentante que garante melhor estabilidade do agregado, e conseqüentemente melhora a infiltração de água, pela maior presença de porosidade (Roscoe et al., 2006). Castro Filho et al. (1998) afirma que a cobertura dos solos com resíduos culturais mantém a arquitetura dos poros pelo não revolvimento dos resíduos vegetais, e pela permanência das raízes intactas que após serem decompostas formarão galerias que vão influenciar na aeração e na infiltração da água, o que possibilita melhor agregação do solo em SPD proporcionada pelo maior acúmulo de matéria orgânica quando comparado com o plantio convencional.

Sá et al. (2009) observaram que 12 anos de SPD após aração com discos apresentaram porcentagens de agregados estáveis (> 2 mm), mais elevada (35% do total) do que no sistema convencional (21% do total), onde utilizaram arado de discos por 12 anos e 74% dos

agregados estáveis estiveram entre 1 e 0,25 mm. A cobertura vegetal em plantio direto melhora a agregação do solo devido ao incremento do teor de C-orgânico, especialmente na superfície do solo, na camada de 0-10 cm do solo, mesmo com diferentes tipos de sucessão de culturas (Castro Filho et al., 1998). Isso ocorre porque o material orgânico promove a formação de partículas coloidais orgânicas, responsáveis pela cimentação das partículas de tamanho areia e silte, de forma a aumentar a agregação. Entretanto, houveram melhorias na agregação do solo quando utilizou-se o milho na sucessão de cultura, por apresentar relação C/N mais alta (>35:1). Isso ocorre porque o material com maior resistência na mineralização é capaz de promover um maior acúmulo de matéria orgânica, responsável pela cimentação e agregação das partículas de solo. Estes resíduos também são responsáveis pela manutenção do solo coberto, dissipando a energia cinética das gotas de chuva, o que reduz o efeito erosivo da água da chuva (Wadt, 2003).

Busca-se com a prática do SPD uma agricultura rentável, competitiva e sustentável, para que estabeleça os questionamentos extremamente importantes ao planejamento agrícola, tendo em vista que o sistema de plantio direto transcende os limites da propriedade rural e seu entorno. Deve-se, portanto, antes de toda prática agrícola determinar: o que, quanto, como produzir e quais impactos ambientais essa produção irá provocar (Denardin, 1997). O SPD se destaca no que diz respeito ao manejo de solo como alternativa para práticas sustentáveis na agricultura, sendo bastante difundido principalmente na produção de grãos (Castro et al., 2005).

Os resíduos culturais devem ter manejo adequado, pois é extremamente importante a manutenção ou ainda o aumento dos teores de matéria orgânica nos solos para melhoria das suas características biológicas, químicas e físicas (Sá et al., 2009). Isto é implementado pela redução da decomposição da matéria orgânica, o que determina a sincronização entre a disponibilidade de nutrientes, crescimento/desenvolvimento de plantas e a quantidade de microrganismos presentes no solo (Denardin, 2014). Quando se compara o sistema de plantio direto com o sistema convencional observa-se nas camadas superficiais do solos maiores teores (>3,0% em solos argilosos) de matéria orgânica, melhor estruturação do solo devido à predominância de agregados >2mm resultantes da melhor agregação e união entre as partículas de areia, silte e argila (Scherer et al., 2007).

Atualmente, em decorrência da busca pela sustentabilidade do setor agrícola brasileiro, diversas pesquisas surgiram com intuito de proporcionar condições favoráveis para a semeadura, crescimento e desenvolvimento das plantas. Contudo, para alcançar esses objetivos é de suma importância realizar diversas práticas conservacionistas de manejo de

solo, juntamente, com o plantio direto, como, por exemplo, a consorciação e a rotação de culturas, as quais propiciam menor incidência de pragas e doenças e conseqüentemente diminuem o uso de agrotóxicos, o qual reflete diretamente na redução dos custos de produção.

O sistema plantio direto associado a outras práticas conservacionistas como a consorciação de culturas, tem como principal meta a sustentabilidade do sistema. O aumento nos teores de nutrientes e o acúmulo de matéria orgânica, resultante do aumento na diversidade de plantas que se desenvolvem simultaneamente na área de cultivo, desempenha fundamental estratégia para a melhoria dos atributos químicos e físicos do solo. Desta forma, é possível estabelecer uma associação entre o sistema sob mínima mobilização e a consorciação de culturas, destacando-se as principais características destas duas técnicas voltadas para a conservação do sistema solo.

A CONSORCIAÇÃO DE CULTURAS E O PLANTIO DIRETO

A consorciação de culturas é realizada há séculos, principalmente por produtores rurais de pequeno porte nas regiões tropicais brasileiras, com intuito de otimizar a produção com melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. A consorciação de culturas se dá pela diversificação das áreas agrícolas pelo desenvolvimento de culturas diferenciadas num mesmo local, que podem ser semeadas ao mesmo tempo ou em épocas diferentes em curto espaço de tempo, porém compartilham os recursos ambientais simultaneamente durante seus estádios de desenvolvimento da cultura, garantindo assim a sustentabilidade do setor agropecuário brasileiro (Hernani et al., 2013).

Contudo, há a necessidade de trabalhar com SPD e consorciação de culturas, tendo em vista que auxiliará no controle de plantas daninhas, além de promover cobertura com resíduos culturais no solo durante períodos mais longos possíveis (Hernani et al., 2013). Para que o Sistema de Plantio Direto possa oferecer benefícios para os produtores rurais, é necessário, principalmente em regiões tropicais, grandes quantidades de palhada em função da alta taxa decomposição do material orgânico (Chioderoli et al., 2012). O uso de sistemas em consorciação é capaz de estabelecer sistemas onde é visado a produção de material vegetal. O uso de culturas anuais em consórcio com adubos verdes como *Brachiaria*, aveia preta são capazes de aumentar a quantidade de material vegetal, o que resulta em aumento de matéria orgânica após a consolidação do sistema, que ocorre após 5 anos de implantação do sistema consorciado (Borghi, 2004).

A consorciação de forrageiras com culturas anuais na estação seca oportuniza material volumoso com qualidade (devido à diversidade de material com relação C/N distintas), o que favorece a digestibilidade e palatabilidade dos materiais vegetais para pastejo dos animais, além de proporcionar cobertura de resíduos culturais para o SPD (Cecon et al., 2008). A consorciação de culturas com a pastagem de *Brachiaria spp.* pode ser altamente rentável para os pecuaristas, pela sua utilização para pastejo na terminação de animais, em períodos onde se tem baixa disponibilidade de pastagem ou ainda pouca oferta de forragem, auxiliando assim a manutenção; incremento de peso ou a engorda de animais (Hernani et al., 2013). No plantio direto utiliza-se a *Brachiaria* consorciada com outra cultura como o milho, principalmente por seus resíduos vegetais estarem relacionados pela maior eficácia na cobertura da superfície do solo, o que resulta em maior conservação de água e conforto térmico ao solo, ou seja, menor variação de temperatura (Kluthcouski et al., 2000).

O sistema em consorciação deve visar a sustentabilidade do sistema. Quando se adota o plantio direto, o principal objetivo é a manutenção dos resíduos culturais, de forma que a implantação da consorciação associada ao plantio direto visa a melhoria da utilização do solo. Isso ocorre porque além da conservação do solo, é importante que seja produzido material vegetal, uma vez que em solos arenosos (<20% de argila) o aumento da matéria orgânica desempenhará a função de aumentar a capacidade de adsorção de nutrientes (devido ao aumento da CTC), e promover melhoria na agregação do solo devido à cimentação entre as partículas promovida pela matéria orgânica acumulada nos sistemas com maior aporte de material vegetal, como por exemplo o consórcio de milho com braquiária (Sá et al., 2009, Bissani et al., 2008).

Para a implantação do consórcio deve-se atentar a alguns detalhes, pois ao comparar o SPD ao sistema convencional de plantio a única modificação é que a semeadura de forrageiras ocorre simultaneamente com uma forma de adubação. Entretanto, é necessário seguir as recomendações vigentes em relação a dessecação da área ou preparo do solo; utilizar quantidade adequada de sementes de forrageiras de acordo com a consorciação utilizada e densidade populacional ideal; misturar as sementes da forrageira ao adubo e não armazená-la por mais de 48 horas; obedecer os critérios de colheita para evitar atrasos e posteriores embuchamentos ou diminuição da velocidade da colhedora (Kluthcouski et al., 2000).

Os benefícios nos atributos do solo pela consorciação com forrageiras ocorrem em função da melhoria da estrutura e agregação; na permeabilidade do solo, pois ocorre aumento na macroporosidade e porosidade total do solo. As forrageira são fundamentais para que exista uma melhor estruturação do solo, de forma que a maior macroporosidade é capaz de

favorecer o crescimento das raízes, promovendo otimização na exploração do solo, de forma que é possível ocorrer maior absorção de água e nutrientes em subsuperfície (Chioderoli et al., 2012). Desta forma, as plantas são capazes de crescer e produzir mais, aumentando a lucratividade do sistema de cultivo. Ceccon e Kurihara (2012) afirmam que a consorciação de culturas promove melhoria da qualidade do solo devido ao aumento nos teores de nutrientes e no acúmulo de matéria orgânica. Isso promove um maior desenvolvimento das plantas, resultando em maior produtividade na área cultivada, de forma a incrementar a renda dos produtores. Isto ocorre devido à melhor estruturação do solo pelo consórcio com a utilização de culturas que proporcionem maior quantidade de resíduos vegetais além de promover redução de custos com adubação devido à disponibilização de nutrientes proveniente do material vegetal e ciclagem de nutrientes acumulados das camadas subsuperficiais.

Os resultados encontrados por Chioderoli et al. (2012) evidenciaram que a *Brachiaria ruzizienses e decumbens* quando semeada na linha, juntamente com a aplicação de adubo, consorciada com o milho aumentaram os macroporos, responsáveis pela infiltração de água no solo e pela maior capacidade de desenvolvimento de raízes no perfil do solo. Ao semear as duas forrageiras no período de adubação de cobertura do milho, ocorreu um aumento de macroporosidade. Contudo, pode-se afirmar que as forrageiras apresentam sistema radicular agressivo capazes de reduzir a densidade do solo e minimizar problemas de compactação, e ainda melhoram o desenvolvimento e conseqüentemente a produção das culturas qual é o incremento e melhoria na produção nos sistemas de integração lavoura-pecuária.

A braquiária pode ser semeada 20 a 30 DAE (dias após emergência) do milho ou simultaneamente nas linhas ou entrelinhas. Se a semeadura for realizada de forma simultânea pode-se misturar as sementes da forrageira juntamente ao adubo e serem distribuídas na mesma profundidade dos fertilizantes (Hernani et al., 2013). Os efeitos das coberturas dos solos são acentuados na consorciação milho e braquiária, pois o ciclo da forrageira se prolonga além da colheita do milho, o que permite maior período de cobertura dos solos, principalmente nas épocas de chuva, auxiliando assim a redução do impacto das gotas de chuvas que podem desencadear processos erosivos. A consorciação da braquiária com soja gera competição entre as espécies, resultando na redução de até 39% produção de grãos. Entretanto, cultivares de soja com porte alto e ciclo precoce sentiram menos a competição exercida pela gramínea, reduzindo em apenas 10% a produtividade quando comparado com o sistema solteiro (Kluthcouski et al., 2000). Contudo, os riscos de perdas na lavoura serão

reduzidos em decorrência de veranicos, bem como pelo incremento na produtividade e renda das culturas em sucessão, especialmente a soja (Richetti, 2013).

Na cultura do milho, é possível manter a mesma produtividade em sistema solteiro e consorciado se a implantação do consórcio for realizada de forma adequada. Isto é possível desde que a semeadura se escolha um híbrido de alta produtividade com potencial de no mínimo de 5000 kg ha⁻¹ (Pires e Rosa, 2005) Além disso, recomenda-se o cultivo em áreas onde tenha sido efetuado o controle de plantas daninhas evitando-se implantar o consórcio em áreas com alta infestação de plantas daninhas, preferindo solos com boa fertilidade, ou seja, onde tenha sido aplicadas doses recomendadas de corretivos e fertilizantes. O aumento na população inicial de braquiária diminui os custos com herbicidas para controle de plantas infestantes, além da manutenção do rendimento de grãos de milho (mínimo de 5700 kg ha⁻¹), bem como massa aérea da braquiária, especialmente após a colheita do milho, em decorrência da entrada de luz proporcionando maior desenvolvimento da forrageira (Ceccon et al., 2008). A consorciação milho com *Brachiaria* reduziu em até 48% o rendimento de grãos de milho em decorrência da competição intensa exercida pela espécie em consorciação, porém o sorgo apresentou maior competição, reduzindo em apenas 3% a produção de grãos de sorgo consorciado com *Brachiaria* (Kluthcouski et al., 2000).

Ao consorciar feijoeiro com o milho, em que a leguminosa pode ser semeada nas linhas e entrelinhas do milho, é possível obter ganhos (simbiose) para ambas as culturas e ciclagem de nutrientes através do aporte de nitrogênio através da fixação biológica da leguminosa. Desta forma, parte do N fixado será utilizado pela gramínea (Hernani et al., 2013). Cabe ressaltar que a adubação deverá ser aplicada somente na linha do milho para evitar a competição da braquiária com a cultura do milho, o que dispensa a aplicação de herbicidas pós-emergente para supressão da forrageira (Ceccon, 2008).

Aita et al. (2004) cultivando ervilhaca como antecessora do milho em SPD concluiu que pela alta decomposição dos resíduos culturais da leguminosa, o nitrogênio liberado é acumulado rapidamente no solo. Contudo, deve-se semear o milho imediatamente ao manejo da leguminosa para ser melhor aproveitado, pois ocorre maior lixiviação do N nessas condições de implantação de cultura, mesmo em condições de solteiro ou consorciado à aveia. A consorciação de milho safrinha com *Panicum Maximum*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, *Crotalaria juncea* e *Cajanus cajan* em diferentes localidades do MS (Dourados Batayporã e São Gabriel do Oeste) apresentaram resultados onde o rendimento da massa seca do milho e a produtividade de grãos, quando comparado com milho safrinha cultivado no sistema solteiro, o que demonstra a importância do milho nos sistemas de produção

consorciado (Ceccon, 2008). Em regiões onde predomina soja no verão, tem sido observado aumento na produtividade de soja em sucessão. Provavelmente isso ocorre devido ao acúmulo de material vegetal produzido pela braquiária, o qual é capaz de ciclar e disponibilizar nutrientes para a cultura subsequente (soja) devido à decomposição do material vegetal acumulado em superfície (Ceccon e Kurihara, 2012).

O consórcio milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis* semeada em linha intercalar apresentou mesmo rendimento médio de grãos semelhantes ao milho solteiro, onde a produtividade foi de 3648 kg ha⁻¹ (Ceccon et al., 2008). A densidade populacional da braquiária não interferiu de forma significativa sobre o desenvolvimento do milho, e consequentemente não reduziu o rendimento médio de grãos, demonstrando que pode ser facilmente ajustada para não ocorrer a competição entre as espécies.

Posteriormente a maturação do milho, tem-se luz e umidades necessárias para a forrageira obter produção de massa aérea (3.555 kg ha⁻¹) mesmo com densidade populacional baixa (4-6 pl m⁻¹ da forrageira) de plantas (Ceccon e Kurihara, 2012). Deve-se, portanto, utilizar sementes de forrageira de alta qualidade, tendo em vista que é de suma importância para a eficácia da consorciação com culturas anuais, além de que o período de implantação da cultura e a densidade população serão determinantes na quantidade de palha produzida, bem como na formação de pastagens.

Na consorciação com duas gramíneas no sistema integração lavoura pecuária, a forrageira tem como função o fornecimento de alimentação para animais e posteriormente formação de cobertura vegetal para o cultivo de lavoura de grãos em plantio direto. Entretanto, deve-se conhecer o comportamento das espécies envolvidas na consorciação para que não haja competição entre as espécies (Borghetti e Crusciol, 2007) para garantir todos os benefícios que esse modelo de implantação de culturas podem oferecer. Várias culturas são utilizadas, entretanto em decorrência das experiências que os produtores rurais possuem na consorciação com milho, tem se apresentado como alternativa importante para esse modelo de sistema de implantação de culturas, especialmente pelo número de cultivares diferenciadas existentes nos mercados.

Quando, no sistema conservacionista proposto, se implanta a consorciação de culturas com boa cobertura do solo juntamente com o SPD, há o favorecimento da infiltração de água no solo e aumenta a retenção da umidade no solo, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Além disso, o solo constantemente protegido obtido através da consorciação de culturas e a manutenção dos resíduos culturais através do preparo do solo em

sistema plantio direto promove uma maior proteção contra os agentes erosivos. Isso promove uma maior estabilidade do sistema; além de contribuir com a produção e o desenvolvimento das culturas, pela ciclagem de nutrientes, a qual beneficia a fertilidade do solo, bem como a sustentabilidade do setor agropecuário brasileiro (Chioderoli et al., 2012). A consorciação e a rotação de culturas conseguem propiciar a melhoria do sistema de plantio direto, tornando este sistema mais sustentável. Isso ocorre pela diversificação de culturas, capaz de proporcionar benefícios pelo melhor aproveitamento da área, uma vez que é possível manter a lucratividade da lavoura através da cultura comercial (soja, milho, feijão), além de manter o solo protegido através da cultura em consórcio (Cecon et al., 2008). Assim, é possível aumentar a disponibilização de nutrientes e promover o acúmulo de matéria orgânica. As gramíneas forrageiras apresentam resistência a maioria das doenças e pragas, e com isso, conseguem quebrar o ciclo dos agentes bióticos que são nocivos as culturas principais, consequentemente diminuem os custos de produção pela redução do usos de defensivos agrícolas. A forrageira resultante da consorciação poderá ser utilizada para silagem, fenação, pastejo, silagem seguida de pastejo e ainda cobertura morta (Kluthcouski et al., 2000). A consorciação de culturas, em decorrência das vantagens que são proporcionadas aos produtores rurais, torna-se uma tecnologia aplicável e acessível, o que possibilita como alternativa do sistema de cultivo, garantindo assim, maiores ganhos e menor impacto ambiental, quando se realiza a associação do consórcio com o sistema de plantio direto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para superar o desafio econômico no que diz respeito a produção de alimentos de forma sustentável, através da preservação dos recursos naturais, é extremamente necessário que os processos produtivos sejam realizados de maneira racional. Desta forma, o manejo conservacionista é importante para otimizar a produção agrícola, de forma que o plantio direto tem se demonstrado eficiente na redução dos custos de produção em decorrência do não revolvimento do solo. Entretanto, é necessário buscar produtores rurais que possuam conhecimento e compreendam as vantagens da utilização desse sistema, bem como de profissionais que auxiliem e forneçam assistência técnica e extensão rural, além de gerenciamento, mão-de-obra qualificada e planejamento agrícola adequado.

Os benefícios da consorciação de culturas juntamente com o sistema de plantio direto são obtidos principalmente pela maior produção de biomassa, que poderá ser utilizada para cobertura superficial dos solos e melhor aproveitamento e ciclagem dos nutrientes. Isto gera

maior lucratividade em termos de custo do processo produtivo, pela redução das perdas, o que mantém o solo fértil por mais tempo. Além disso, é possível aumentar o efeito residual dos fertilizantes orgânicos (resíduos vegetais do consórcio), principalmente porque o fornecimento dos nutrientes via adubação verde acabam minimizando custos por proporcionar uma adubação mais completa e com maior efeito residual. Ao utilizar a consorciação de culturas, é possível incrementar a renda dos produtores rurais devido à maior produtividade e rendimento médio de grãos favorecido pelo acúmulo superficial de resíduos culturais e matéria orgânica.

A consorciação gramínea e leguminosa disponibilizam nitrogênio pela associação com bactérias fixadoras de N. Contudo, através da cobertura dos solos, a palhada disponibiliza os nutrientes que as culturas antecessoras conseguiram retirar do solo, por apresentarem sistemas radiculares mais agressivos do que as leguminosas. Cabe ressaltar que essas alternativas de sistemas de produção contribuem para a sustentabilidade do setor agropecuário, bem como estabilidade do sistema solo-planta-atmosfera. Além disso, possibilitam o aumento de produtividade e proporcionam maior lucratividade por utilizar dos mesmos maquinários da cultura sucessora e otimizar o rendimento econômico ao realizar a semeadura simultaneamente para formação de pastagem ou cobertura dos solos.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; HÜBNER, A.P.; CHIAPINOTTO, L.C.; FRIES, M.R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I – Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p 739-749, 2004.

ALVARENGA, R.C.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C.M. **A cultura do sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária floresta**. 5 ed. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2011. 14 p. (Circular Técnica, 172).

ASSIS, R.L.; LANÇAS, K.P. Avaliação dos atributos físicos de um nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p. 515-522, 2012.

BERTIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W.H.; TORMENTA, C.A.; FERREIRA, C.J.B.; SILVA, A.P.; GIAROLA, N.F.B. Intervalo Hídrico Ótimo e Grau de Compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob Plantio Direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p. 971-982, 2012.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A.O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2ed. Porto Alegre: Metrópole. 2008. 344p.

BORGHI, E. **Integração agricultura-pecuária do milho consorciado com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto**. 2004. 102p. Dissertação (mestrado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.163-171, 2007.

BUBLITZ, U. Evolução do sistema plantio direto no Paraná. Curitiba: EMATER. 2014. 4p.

CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 147-158, 2006.

CASTRO, C.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRAO, R.L.D.; CARVALHO, J.F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p. 495-502. 2005.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação como teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527-538, 1998.

CECCON, G. **Milho safrinha com braquiária em consórcio**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 2008. 6p. (Comunicado Técnico, 140)

CECCON, G.; SACOMAN, A.; MATOSO, A.O.; NUNES, D.P.; INOCÊNCIO, M.F. **Consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis* em lavouras comerciais de agricultores, em 2008**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 2008. 32p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48)

CECCON, G.; KURIHARA, C.H. Oportunidade e desafios do consórcio milho-braquiária na ILP. FERTBIO, 3, 2012, Maceió. **Anais**. Maceió: SBCS, 2012. (CD-ROM).

CHIODEROLI, C.A; MELLO, L.M.M; GRIGOLLI, P.J; SILVA, J.O.R; CESARIN, A.L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

CHIODEROLI, C.A; MELLO, L.M.M; GRIGOLLI, P.J; FURLANI, C.E.A.; SILVA, J.O.R; CESARIN, A.L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.16, n.1, p.37-43, 2012.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S.; GRANGEIRO, F.C.; OLIVEIRA, J.B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013.

DENARDIN, J.E. **Parceria entre empresas públicas e privadas na pesquisa e na difusão do sistema plantio direto**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo. 1997. 28 p. (Boletim técnico, 1)

DENARDIN, J.E.; SANTI, S.; WIETHÖLTER, S.; JUNIOR, J.P.S.; FAGANELLO, A. **Cultivo de trigo: manejo e conservação do solo**. Sistemas de Produção 4. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo. 2009. 13 p.

DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 18, n. 108, p. 33-34, 2008.

FALEIRO, F.G; NETO, A.L.F.N. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócios e recursos naturais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. 2008. 1198p.

FREITAS, P. L. **Sistema de plantio direto e Integração tecnológica e a plataforma**. Projeto Plataforma Sistema Plantio Direto. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 24p. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/IntroducaoHistorico/Hist8.htm>. Acesso em: 20 out. 2013.

HERNANI, L.C.; SOUZA, L.C; CECCON, G. **Consortiação de Culturas**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília: EMBRAPA, 2013. 2p. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fx4zsnby02wyiv80u5vcsvyqcqraq.html. Acesso em: 15 out. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; COUBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas de plantio direto e convencional**. Sistema Santa Fé. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38)

LEVIEN, R & COGO, N.P. Erosão na cultura do milho em sucessão à aveia preta e pousio descoberto, em preparo convencional e plantio direto, com tração animal e tratorizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.683-692, 2001.

PIRES, J.A.A.; ROSA, W.J. Plantio de milho com braquiária. integração lavoura pecuária – ILP. Belo Horizonte: EMATER. 2005. 5p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel. 2002. 548p.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica do sistema de produção soja-milho safrinha**. X Seminário de Milho Safrinha. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 2013. 7p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/909703/1/524viabilidade.pdfv>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 304 p. 2006.

ROTH, C. H.; PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; MEYER, B.; FREDE, H. G. Efeito das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.163-166, 1986.

SÁ, M.A.C.; JUNIOR, J.D.G.S.; FRANZ, C.A.B. **Manejo e conservação do solo e da água em sistemas de plantio direto no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 53p. 2009.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T; NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31. p. 123-131. 2007.

STALLINGS, J.H. **Soil Conservation**. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1957. 575 p.

TREVISAN, R.; HERTER, F.G.; PEREIRA, I. dos S. Variação da amplitude térmica do solo em pomar de pessegueiro cultivado com aveia preta (*Avena sp.*) e em sistema convencional. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 155-157, 2002

ZONTA, J.H.; COSTA, A.G.F.; SOFFIATI, V. **Manejo e conservação de solo**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2013 2p. Campina Grande: PB. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mamona/arvore/CONT00H4sfwun202wx7ha0awymty0hvj8cv.html>. Acesso em 29 nov. 2015.

WADT, P.G.S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: Embrapa Acre. 2003. 29 p.