

Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado

Isolated and mixed cover crops to improve soil quality and commercial crops in the Cerrado

Cultivos de cobertura aislados y mixtos para mejorar la calidad del suelo y los cultivos comerciales en el Cerrado

Recebido: 30/08/2021 | Revisado: 07/09/2021 | Aceito: 09/09/2021 | Publicado: 12/09/2021

Mariana Aguiar Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0297-5576>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: marianaaguiar23@hotmail.com

Adriano Stephan Nascente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6014-3797>
Embrapa Arroz e Feijão, Brasil
E-mail: adriano.nascente@embrapa.br

Laylla Luanna de Mello Frasca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-1145>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: layllafrasca@gmail.com

Cássia Cristina Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8463-1907>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: cassiacristinarezende@hotmail.com

Eliane Aparecida Silva Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9099-0439>
Universidade Estadual de Goiás, Brasil
E-mail: eliane73.agro@hotmail.com

Marta Cristina Corsi de Filippi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1676-8164>
Embrapa Arroz e Feijão, Brasil
E-mail: cristina.filippi@embrapa.br

Anna Cristina Lanna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8018-9349>
Embrapa Arroz e Feijão, Brasil
E-mail: anna.lanna@embrapa.br

Anderson Petrônio de Brito Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1964-1516>
Embrapa Arroz e Feijão, Brasil
E-mail: anderson.ferreira@embrapa.br

Mabio Chrisley Lacerda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8570-3922>
Embrapa Arroz e Feijão, Brasil
E-mail: mabio.lacerda@embrapa.br

Resumo

As plantas de cobertura têm a finalidade de cobrir, proteger o solo e fornecer palhada para o Sistema de Plantio Direto (SPD), e são cultivadas em áreas que seriam destinadas ao pousio ou antecedendo culturas comerciais. O uso dessas plantas no SPD na região do Cerrado pode proporcionar melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas dos solos, bem como na saúde e desenvolvimento das culturas de interesse econômico. Na escolha da planta de cobertura para a sua área o produtor deve optar por espécies que atendam às suas necessidades e que tenham bom desenvolvimento na região. Existe uma grande variedade de espécies adaptadas à região do Cerrado, principalmente do grupo das gramíneas ou leguminosas, que podem proporcionar benefícios distintos ao solo e às culturas comerciais. As espécies também possuem características diferentes que podem favorecer o melhor aproveitamento dos recursos do meio, ou ter efeito sinérgico nos benefícios proporcionados pelo uso de somente uma espécie de planta de cobertura. Assim, a utilização de mix de plantas de cobertura, principalmente com espécies que apresentem características contrastantes, vem crescendo uma vez que podem proporcionar maiores benefícios ao sistema do que o cultivo de espécies solteiras, como maior disponibilidade de nutrientes para as culturas e maior proteção do solo. Portanto o uso de plantas de cobertura, isoladas ou em mix, é uma ótima alternativa para melhorar a qualidade do solo

e beneficiar as culturas comerciais em sucessão, podendo contribuir para a intensificação da agricultura sustentável no Cerrado.

Palavras-chave: Produção agrícola; Sustentabilidade; Gramíneas; Leguminosas.

Abstract

Cover plants are intended to cover, protect the soil and provide straw for the Direct Tillage System (DTS), and are cultivated in areas that would be destined for fallow or prior to commercial crops. The use of these plants in the DTS in the Cerrado region can provide improvements in the physical, chemical and biological conditions of soils, as well as in the health and development of crops of economic interest. When choosing the cover plant for his area, the producer must choose species that meet his needs and that have good development in the region. There is a wide variety of species adapted to the Cerrado region, mainly from the grass or legume group, which can provide distinct benefits to the soil and commercial crops. The species also have different characteristics that can favor a better use of the resources of the environment, or have a synergistic effect on the benefits provided by the use of only one type of cover plant. Thus, the use of a mix of cover crops, especially with species that present contrasting characteristics, has been growing since they can provide greater benefits to the system than the cultivation of single species, such as greater availability of nutrients for crops and greater protection of the ground. Therefore, the use of cover crops, isolated or in a mix, is a great alternative to improve soil quality and benefit commercial crops in succession, which can contribute to the intensification of sustainable agriculture in the Cerrado.

Keywords: Agricultural production; Sustainability; Grasses; Legumes.

Resumen

Las plantas de cobertura están destinadas a cubrir, proteger el suelo y proporcionar paja para el Sistema de Labranza Directa (SLD), y se cultivan en áreas que serían destinadas a barbecho o antes de cultivos comerciales. El uso de estas plantas en el SPD en la región del Cerrado puede proporcionar mejoras en las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como en la salud y desarrollo de cultivos de interés económico. Al elegir la planta de cobertura para su área, el productor debe elegir especies que satisfagan sus necesidades y que tengan un buen desarrollo en la región. Existe una amplia variedad de especies adaptadas a la región del Cerrado, principalmente del grupo de gramíneas o leguminosas, que pueden brindar distintos beneficios al suelo y cultivos comerciales. Las especies también tienen diferentes características que pueden favorecer un mejor aprovechamiento de los recursos del medio, o tener un efecto sinérgico sobre los beneficios que brinda el uso de un solo tipo de planta de cobertura. Así, el uso de una mezcla de cultivos de cobertura, especialmente con especies que presentan características contrastantes, ha ido creciendo ya que pueden brindar mayores beneficios al sistema que el cultivo de una sola especie, como una mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos y una mayor protección de los cultivos el suelo. Por tanto, el uso de cultivos de cobertura, aislados o en mezcla, es una gran alternativa para mejorar la calidad del suelo y beneficiar a los cultivos comerciales en sucesión, lo que puede contribuir a la intensificación de la agricultura sostenible en el Cerrado.

Palabras clave: Producción agrícola; Sustentabilidad; Pastos; Legumbres.

1. Introdução

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é considerado uma das técnicas agrícolas mais conservacionistas e ambientalmente corretas que existe (Vezzani & Mielniczuk, 2011). O SPD fundamenta-se no revolvimento mínimo do solo, na presença permanente de cobertura do solo e na rotação de culturas. A cobertura constante do solo com a presença de palhada, que é um componente de fundamental importância nesse sistema de cultivo, sendo de grande importância os estudos e investigação relacionados às plantas de cobertura (Lima, 2014).

O uso de plantas de cobertura em um plano de rotação de culturas é um dos princípios fundamentais para manter a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, uma vez que oferecem condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas subsequentes (Pacheco et al., 2017). As espécies utilizadas como cobertura, no entanto, podem ser conceituadas como plantas que têm a finalidade de cobrir o solo, protegendo-o contra processos erosivos e a lixiviação de nutrientes, ou ainda usadas para pastoreio, produção de grãos e sementes, silagem, feno, ou apenas como fornecedoras de palha para o SPD (Lamas, 2017). Então quando o produtor opta em cultivar as plantas de cobertura, elas entram em áreas que seriam destinadas aos pousios ou antecedendo as culturas comerciais (Wolschick, 2014).

No caso dos solos do Cerrado, que em sua maioria são ácidos, de baixa fertilidade e com baixo conteúdo de matéria orgânica, a utilização de plantas de cobertura é ainda mais importante, porque, além de viabilizar o SPD na região, melhora o

pH, a fertilidade e a porcentagem de matéria orgânica nos solos de cerrado (Costa; Silva; Ribeiro, 2013). A adoção dessa prática conservacionista, no SPD, auxilia no controle da erosão, na redução da degradação do solo, e promove a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, tornando-se fundamental para a o manejo adequado desse (Costa; Silva; Ribeiro, 2013). Esses benefícios podem ser ainda maiores quando se utiliza o consórcio, ou Mix de plantas de cobertura de diferentes espécies, principalmente quando se combina espécies com características contrastantes (Ziech et al., 2015).

Além disso, o uso de plantas de cobertura do solo, isoladas ou em Mix, consorciadas com grãos pode favorecer a diversificação de culturas semeadas como segunda safra nos sistemas de produção, e resultar em maior eficiência de produção e em biomassa de qualidade adicionada ao solo (Pacheco et al., 2017). Portanto, o objetivo dessa Revisão Bibliográfica é apresentar a importância das plantas de cobertura, isoladas ou em Mix, para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Sistema de Plantio Direto na região do Cerrado.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo de caráter teórico, através de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e abordagem qualitativa (Pereira et al., 2018), que envolveu, fundamentalmente, a análise de informações e características sobre as plantas de cobertura, isoladas e em mix, e os benefícios que proporcionam para o solo e para as culturas comerciais.

3. Plantas de Cobertura para a Melhoria dos Atributos do Solo

A utilização de plantas de cobertura em um SPD é fundamental para melhorar a qualidade do solo. Elas proporcionam melhorias nas propriedades físicas do solo tanto pela proteção da superfície quanto pelo aporte de fitomassa proveniente da parte aérea e raízes (Souza et al., 2014). Traz como benefícios a redução de perda de água por evaporação, influenciando a infiltração, estruturação e a erodibilidade do solo (Donagemma et al., 2016). Atua também sobre outros atributos, tais como: incorporação de carbono orgânico (Steiner et al., 2011, Leite et al., 2010), aumento da capacidade de troca de cátions (Pacheco et al., 2013) e complexação de elementos tóxicos do solo (Balota et al., 2014). Influencia positivamente em propriedades como a densidade, macroporosidade, microporosidade, condutividade hidráulica do solo, umidade gravimétrica e agregação (Pessotto et al., 2016; Moraes et al. 2016). Entre as os fatores físicos que afetam diretamente as culturas, essas plantas podem influenciar positivamente a resistência do solo à penetração, aeração, temperatura e capacidade de retenção de água (Moraes et al. 2016).

Entre as propriedades químicas influenciadas pelo uso de plantas de coberturas, destaca-se a promoção da ciclagem de nutrientes no solo; modificação do pH do solo, principalmente próximo da superfície; melhoria na capacidade de troca de cátions (CTC); ciclagem e incorporação de nitrogênio ao sistema, no caso de plantas leguminosas; aumento da matéria orgânica no solo e compostos húmicos; maior saturação por bases em comparação com solos em pousio. Elas acumulam nutrientes no material vegetal e os liberam durante sua decomposição, possibilitando a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo (Favarato et al., 2015).

Rossetti et al. (2012) observaram melhorias nos atributos físicos da camada superficial do solo e aumento nos teores de matéria orgânica, a qual é fonte de nutrientes para as culturas, pela utilização de plantas de cobertura em comparação ao pousio. Já Santos et al. (2012), avaliando as coberturas de *Brachiaria*, milho em consórcio com *Brachiaria*, guandu anão, milheto, *Panicum maximum* cv Mombaça, sorgo granífero, estilosantes e crotalária sobre os atributos químicos e a estabilidade de agregados de um Latossolo do Cerrado, sob plantio direto, verificaram que as plantas de cobertura influenciam, de forma positiva e diferenciada, os valores de pH e os teores de cálcio, magnésio, alumínio, potássio, cobre, zinco e ferro do solo.

Já entre as propriedades biológicas do solo influenciadas pelo uso de plantas de coberturas, destaca-se o aumento da diversidade de microrganismos. Dentre esses destaca-se principalmente as bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos

solubilizadores de fosfato e diversos outros microrganismos que podem competir e suprimir fitopatógenos presentes no solo (Almeida; Bayer; Almeida, 2016). As condições mais adequadas de umidade e temperatura e a maior quantidade de matéria orgânica proporcionada pelas plantas de cobertura beneficiam também a fauna edáfica do solo. Esses organismos desempenham importante papel na reciclagem de carbono e de nutrientes, na estabilidade dos agregados do solo, na porosidade, propiciando maior infiltração de água no perfil, redução da erosão e do escoamento superficial (Silva et al., 2011). A fauna do solo também atua no transporte de resíduos culturais ao longo do perfil, formando “sítios de matéria orgânica”, proporcionando melhorias no ambiente radicular das plantas (Cardoso et al., 2013).

Entre outras vantagens do uso dessas plantas, destacam-se a capacidade de supressão de plantas daninhas e pragas, especialmente nematóides, na área; aumento da diversidade de polinizadores e de inimigos naturais; mitigação de gases de efeito estufa; melhoria do equilíbrio dinâmico do sistema e aumento da produtividade das culturas agrícolas (Anghinoni et al., 2013; Araújo et al., 2015). Em um estudo, Araújo et al. (2019) verificaram que o cultivo de plantas de cobertura durante o período de entressafra, na pré semeadura do arroz de terras altas, proporcionou redução de 98,9% na produção de massa seca da parte aérea das plantas daninhas em relação ao tratamento controle (Pousio) aos 75 dias após a semeadura (DAS) e de 92,6% aos 225 DAS.

4. Escolha de Espécies de Plantas de Cobertura para o Cerrado

Para viabilizar o SPD, a escolha das espécies para planta de cobertura de solo, deve atender os seguintes critérios: alta produção de biomassa na região, boa adaptação, rápido estabelecimento para proporcionar boa cobertura de solo, rusticidade, agressividade, bom desenvolvimento radicular (Petry et al., 2012) e boa capacidade de absorver e acumular nutrientes (Souza & Guimarães, 2013). Essas características têm grande importância no sistema solo-planta por estarem relacionadas à ciclagem de nutrientes, o que aumenta a disponibilidade para as plantas e melhora a eficiência de uso dos fertilizantes (Albuquerque et al., 2013), influenciando em uma maior produção e sustentabilidade para as culturas em sucessão (Fiorentin et al. 2012).

Um fator importante que também deve ser considerado é a velocidade de decomposição das mesmas quando já dessecadas, que varia em função da composição da planta de cobertura, do clima e da atividade dos organismos vivos do solo, permitindo com que seus resíduos permaneçam por mais ou menos tempo na superfície do solo (Perin et al., 2015). Quanto maior a relação C/N menor será a taxa de decomposição. Sendo assim, plantas com maior relação C/N são preferidas para manter a cobertura do solo por longos períodos, e as com menor relação para a ciclagem de nutrientes, pois têm altos teores de N, sendo assim classificadas como adubos verdes que, além de proteger o solo durante o seu ciclo de crescimento, disponibilizam nutrientes para o solo durante sua rápida decomposição (Carvalho et al., 2012).

Portanto, se o objetivo é a cobertura do solo, deve-se escolher plantas que possuam maior relação C/N, com decomposição mais lenta. Neste caso, indica-se o uso de gramíneas. Contudo, se a finalidade é o fornecimento de nutrientes, em curto espaço de tempo para a cultura sucessora, deve-se escolher plantas com menor relação C/N, sendo indicado o uso de leguminosas (Teixeira et al., 2011). No Cerrado, é fundamental a formação de uma cobertura eficiente do solo para garantir a sustentabilidade do SPD. Por isso, tem-se preconizado volumes elevados de fitomassa provenientes de plantas de cobertura, na qual se almeja uma palhada persistente, pois, nessas regiões de clima tropical, a decomposição é potencializada, mesmo quando a palhada é constituída por gramíneas (Torres et al., 2014).

As gramíneas são espécies que podem produzir volumes maiores de biomassa; além disso, decompõem-se lentamente e são resistentes a estresse hídrico (Pacheco et al., 2011), o que as tornam culturas em potencial a serem usadas em sistemas de produção, entre as colheitas de uma mesma área, na região do Cerrado. As gramíneas se destacam também por possuírem sistema radicular com alto potencial de desenvolvimento superficial favorecendo a atividade de microrganismos do solo (Barradas, 2010).

Já as leguminosas são conhecidas pela alta capacidade de fixar N atmosférico, em função da relação simbiótica com bactérias capazes de fixar biologicamente nitrogênio atmosférico, reduzindo assim os custos com fertilizantes, além de boa produção de palhada (Fonseca, 2017). Por esta razão, pode favorecer as culturas subsequentes (Araújo et al., 2015). O uso de plantas de cobertura de leguminosas durante a entressafra (de março a setembro) é generalizado nos sistemas agrícolas do Cerrado, onde o próximo componente é uma cultura comercial durante a temporada de verão (Boer et al., 2007; Nascente & Crusciol, 2014).

5. Exemplos de Espécies de Gramíneas para o Cerrado

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) pertence à classe Liliopsida, família Poaceae (Gramineae), gênero *Pennisetum* (Brunken, 1977). A cultura se destaca como uma das gramíneas mais utilizadas para planta de cobertura, pois possui um rápido crescimento e estabelecimento a campo (Soratto et al., 2012), além de elevada produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes, principalmente de nitrogênio e potássio, reduzindo os riscos de lixiviação (Algeri et al., 2018). Tem boa adaptação às regiões tropicais áridas e semiáridas, ao déficit hídrico, às altas temperaturas e aos solos com baixa fertilidade natural (Marcante et al., 2011). A cultura vem ganhando destaque nos últimos anos no SPD devido à melhor adaptação e difusão no bioma Cerrado (Dan et al., 2011). Nascente et al. (2013, 2016) desenvolveram trabalhos com a cultura do arroz de terras altas influenciadas por plantas de cobertura e constataram que a produtividade da cultura foi superior quando plantada após milheto.

A aveia é uma gramínea anual classificada como pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, família Poaceae e gênero *Avena* (Brunken, 1977). As principais espécies de aveia para serem utilizadas como planta de cobertura são a aveia preta (*Avena strigosa*) e a aveia branca (*Avena sativa*). A aveia preta é considerada uma planta de rápido crescimento inicial e alta produção de biomassa no primeiro corte. Ademais, é considerada uma espécie rústica, de fácil adaptação a vários tipos de solo e tolerante à acidez (Fontaneli et al., 2012). Em um estudo avaliando diferentes plantas de cobertura a aveia preta em cultivo solteiro e a aveia preta consorciada com nabo forrageiro tiveram maior potencial para aumentar a produção de soja (Krenchinski et al., 2018).

A aveia branca é considerada menos rústica sendo mais exigente em fertilidade do solo e menos resistente à seca do que a preta, porém mais tolerante ao frio. Essa espécie promove melhorias nas condições físico-químicas do solo por emitir grandes densidades de raízes e elevada produção de matéria seca, bem como contribuí no controle biológico de espécies invasoras e auxilia na quebra do ciclo de pragas e doenças (Federizzi et al., 2014; Mantai et al., 2015). Em um estudo com diferentes plantas de cobertura do solo, Krenchinski et al. (2018) constataram que a longo prazo a aveia branca (*Avena sativa*) e o azevém (*Lolium multiflorum*) apresentam a maior taxa de cobertura do solo.

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) é uma gramínea pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, família Poaceae e gênero *Eleusine* (Brunken, 1977). É uma cultura promissora, com expressiva expansão no sistema de produção do Cerrado, pois proporciona melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo por meio da manutenção e/ou aumento dos seus teores de matéria orgânica, contribuindo, ainda, com a diminuição da erosão hídrica e eólica, em decorrência da proteção do solo proporcionada pela cobertura morta sobre ele, podendo chegar a 10 t ha⁻¹ de massa seca produzida. Somada a sua capacidade de reciclar nutrientes no solo, tem-se, também, um grande potencial de produção de fitomassa (Boer, 2008). Pois, em trabalho realizado por Muraishi et al. (2005), esta espécie produziu, em média, 5,2 t ha⁻¹ de massa de matéria seca e 6,3 t ha⁻¹ em trabalho realizado por Francisco et al. (2007).

A Braquiária brizanta cv. Piatã (*Urochloa brizantha*) ou capim piatã pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae e gênero *Brachiaria*. É uma planta de cobertura de hábito perene, que apresenta alto potencial de acúmulo de fitomassa e nutrientes no solo, possuindo a capacidade de suportar estresse hídrico e altas temperaturas e, também,

se adapta a solos com baixa e média fertilidade (Pacheco et al., 2013). Essa espécie demonstra boa adaptação aos solos do Cerrado de média fertilidade, boa resposta à adubação, tolerância a fungos foliares e de raiz e florescimento precoce (Nantes et al., 2013). Ferreira et al., (2010) avaliando produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo em plantio direto por diferentes espécies, verificou que *U. brizantha* Piatã produziu acima de 9 t ha⁻¹ de matéria seca. Veronese et al. (2012) constataram incrementos na produtividade de soja utilizando a Piatã como planta de cobertura, no sistema de rotação de culturas.

6. Exemplos de Espécies de Leguminosas para o Cerrado

O gênero *Crotalaria sp.* pertence à família botânica Fabaceae e subfamília Faboideae e se destaca entre as leguminosas utilizadas como cobertura do solo. É usada no sistema de plantio direto para proteger o solo contra a erosão e contribuir para o acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes (Pereira et al., 2016). Além disso, a *Crotalaria sp.* é usada para promover a redução da incidência de fitomatoídes no solo (Pacheco et al., 2015; Garcia et al., 2018) e para quebrar a compactação do solo devido ao seu sistema radicular mais profundo e ramificado (Gonçalves et al. al., 2006; Bonfim-Silva et al., 2012). Como leguminosa, também fixa nitrogênio atmosférico (200 a 300 kg ha⁻¹), por simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (Dourado et al., 2001). O gênero *Crotalaria sp.* engloba várias espécies com finalidade de cobertura do solo, dentre elas, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria breviflora*. Carvalho et al. (2015) detectaram 91,02 kg ha⁻¹ de nitrogênio na biomassa de *Crotalaria juncea*, que poderiam ser incorporados no sistema.

O tremoço branco (*Lupinus albus* L.) é uma leguminosa pertencente a classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae e gênero *Lupinus* (Brunken, 1977). Tem sido apontado como uma alternativa importante para a proteção do solo e recuperação de solos degradados (Rovedder et al., 2010) e como uma opção na forma de cobertura do solo em sistemas de rotação de culturas, para aumentar o rendimento das culturas subsequentes (Lázaro et al., 2013; Cargnelutti Filho et al., 2014). Características como a adaptação a solos de baixa fertilidade, alta produção de biomassa e alta capacidade de ciclagem de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio (N), estão presentes na cultura. No entanto, apesar de apresentar vários benefícios, a utilização do tremoço branco nos sistemas agrícolas é pequena, principalmente devido à falta de informações sobre o manejo das culturas (Ziech et al., 2015). Favarato et al. (2016), avaliando o crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo em SPD orgânico observaram maior crescimento inicial da cultura sobre a palha de tremoço branco em monocultivo e em consórcio com aveia-preta, recomendando essas coberturas como boa opção para a formação de palhada no SPD orgânico.

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L) pertence à família Brassicaceae, ordem Capalares e gênero *Brassica* (Calegari et al., 1992). Como planta de cobertura de inverno, é excelente adubo verde para o solo, produz grande volume de palha para a prática do plantio direto. A planta possui ótima capacidade de reciclar nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, desenvolvendo-se razoavelmente bem em solos fracos com acidez elevada. As raízes do nabo forrageiro promovem efeitos físicos importantes no solo, descompactando e permitindo um preparo biológico de qualidade, considerado um subsolador natural, suas raízes proporcionam um aumento dos macroporos do solo ajudando assim a retenção de umidade (Bueno & Rodrigues, 2019). Doneda et al (2012) observaram maior massa seca de parte aérea (MSPA) das plantas de cobertura com a inserção do nabo forrageiro em sistema de consórcio com aveia e centeio, atribuído ao rápido crescimento inicial desta espécie em relação às espécies de Poaceae.

7. Mix de Plantas de Cobertura

Apesar das gramíneas possuírem alta produção de matéria seca e serem capazes de produzir resíduos com maior permanência no solo pela alta relação C/N, na maioria dos casos, contribuem para a imobilização microbiana de nitrogênio (N)

e menor disponibilidade dos nutrientes no solo (Torres et al., 2014). Já as leguminosas, apesar de melhorarem a fertilidade do solo apresentam uma baixa relação C/N, o que faz com que elas se decomponham rapidamente, podendo vir a deixar o solo descoberto antes do estabelecimento da cultura em sucessão (Fonseca, 2017).

Dessa forma, o uso de Mix de plantas de cobertura (mistura de sementes de diferentes espécies), especialmente com a combinação de gramíneas e leguminosas, apresenta vantagens adicionais em relação ao cultivo solteiro (Ziech et al., 2015). Sendo assim, uma alternativa viável para maximizar a qualidade da palhada formada, deixando-a mais próxima do ideal, levando em conta a rápida velocidade de degradação e da disponibilização de N pelas leguminosas e a degradação lenta e imobilização dos nutrientes pelas gramíneas. Dessa forma, é possível otimizar a liberação de N e a decomposição da palha sobre o solo, que ocorre de maneira mais lenta, mantendo o solo coberto por mais tempo favorecendo o melhor desenvolvimento das culturas (Latati et al., 2016; Michelin et al., 2019).

Mix de plantas de cobertura, especialmente de gramíneas e leguminosas, têm sido muito recomendados, objetivando a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Pois essa prática possibilita benefícios, como redução da imobilização do nitrogênio pelos microrganismos do solo, promovendo aumento do teor do nutriente no solo, acúmulo de matéria seca, maior eficiência na utilização da água e nutrientes devido as explorações de diferentes profundidades do solo pelos sistemas radiculares contrastantes (Collier et al., 2011) e auxiliam na maior descompactação do solo, melhorando a sua qualidade física (Oliveira et al., 2016). Em condições tropicais, como no Cerrado, têm sido uma interessante alternativa para assegurar a formação de palhada e aumentar os níveis de matéria orgânica no solo (Rodrigues et al., 2012).

Oliveira et al. (2015) estudando o desempenho do mix de crotalária e milho em camadas compactadas de solo, observaram que o mix contribuiu para o aumento na biomassa seca e verde da parte aérea e da biomassa seca de raízes em todas as camadas (superior, compactada e inferior), quando comparado ao cultivo solteiro da crotalária. Já Freitas et al. (2012), observaram maior taxa de cobertura do solo quando as plantas de cobertura foram cultivadas em mix quando comparado ao cultivo solteiro. Com isso, tem-se a proteção física do solo simultâneo ao aporte de nitrogênio, permitindo o sincronismo entre a mineralização dos resíduos vegetais e a necessidade de N da cultura em sucessão.

Além de espécies de gramíneas e leguminosas, outras espécies de plantas de cobertura também possuem potencial para serem combinadas entre si, como o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* L Moench). O trigo mourisco, também conhecido como trigo sarraceno, trigo mouro ou trigo preto, é uma planta dicotiledônea pertencente à família Polygonaceae (Wendler & Simonetti, 2016). Vários estudos estão sendo feitos a fim de quantificar o efeito do trigo mourisco sobre o desenvolvimento inicial de diversas culturas (Alves e Simonetti, 2017; Klein et al., 2010; Pacheco et al., 2013; Sutil e Nobrega, 2017). O trigo mourisco é uma planta rustica, de ciclo curto, com múltiplas utilizações e tem o mesmo valor nutricional das gramíneas (Gorgen, 2013; Silva et al., 2002). É uma excelente planta de cobertura do solo, é recicladora de nutrientes (Klein, 2010), tem alto teor de proteínas, grande tolerância à acidez e falta de água no solo, sendo eficiente no controle de plantas daninhas, atuando como ótimo regenerador de solos esgotados e apresenta capacidade de utilizar sais de fósforo e potássio poucos solúveis. E por apresentar essas características alguns agricultores vêm utilizando o trigo mourisco no plantio de safrinha, como rotação de cultura e até mesmo como cultura sucessora ao milho, soja e sorgo (Gorgen, 2013). Contudo, são escassas as informações a respeito do efeito do trigo mourisco, quando utilizado em mix, no incremento de culturas comerciais. No entanto, Cai et al. (2019) observaram potencial na rentabilidade de sistemas diversificados com plantas de cobertura que continham trigo mourisco.

Portanto, a eficiência dos mix depende da complementaridade das culturas empregadas no sistema, tendo em vista a existência de vários fatores que podem afetar o crescimento e produtividade das culturas combinadas. Dentre esses fatores destacam-se a cultivar ou espécie selecionada, a taxa de semeadura e a competição entre as espécies utilizadas (Dhima et al., 2007). Os maiores rendimentos de grãos da cultura do milho foram obtidos com a utilização da combinação aveia preta +

ervilhaca + nabo forrageiro, do que com o cultivo solteiro dessas culturas (Michelon et al., 2019). Fialho (2020) verificou maior rendimento de grãos de soja (3762,54 kg ha⁻¹) sobre a palhada de Mix de plantas de cobertura (Milheto + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) em Montividiu-GO.

8. Considerações Finais

As plantas de cobertura do solo podem proporcionar diversos benefícios para os sistemas agrícolas, uma vez que a palhada produzida por elas tem efeitos em todas as propriedades do solo, sejam físicas, químicas ou biológicas, proporcionando incremento na produtividade das culturas, além de mitigar as emissões de gases do efeito estufa para a atmosfera. A utilização dessas plantas se torna ainda mais importante nos solos do Cerrado, que costumam ser ácidos, com baixo teor de matéria orgânica e baixa fertilidade. Elas melhoram a qualidade do solo da região, além de viabilizarem o SPD pela palhada de qualidade adicionada ao solo.

Na escolha de espécies deve-se levar em consideração a finalidade do cultivo e dar preferência a culturas que sejam adaptadas à região, podendo ser gramíneas, leguminosas ou outras. As diferentes espécies possuem benefícios e limitações distintos, por isso a utilização de Mix, mistura de espécies, vem ganhando espaço por maximizar os benefícios das plantas em relação ao cultivo solteiro dessas.

Além disso, a utilização de plantas de cobertura do solo permite maior retorno financeiro ao produtor, pela redução dos custos, por preservar a saúde do solo e pelo aumento da produtividade e estabilidade produtiva das culturas econômicas. Por isso, destaca-se que, o uso de plantas de cobertura, isoladas ou em Mix, em rotação com culturas comerciais pode tornar os sistemas agrícolas do Cerrado mais eficientes e sustentáveis.

Portanto, estudos relacionados ao uso de plantas de cobertura, especialmente com mistura de espécies, são fundamentais para selecionar as espécies que mais combinam entre si e que também apresentem boa adaptação a região onde serão cultivadas, garantindo assim maior eficiência dessas plantas na melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais que serão cultivadas em sucessão.

Referências

- Albuquerque, A. W., José R. Santos, J. R. Moura Filho, G. & Reis, L. S. (2013). Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17 (7), 721-726.
- Algeri, A., Vilar, C. C., Ushiwata, S. Y., & Reis, R. D. G. E. (2018). Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalaria cultivados em cultura pura e consorciados. *Global Science and Technology*, 11(2).
- Almeida, D. O., Bayer, C. & Almeida, H. C. (2016). Fauna e atributos microbiológicos de um Argissolo sob sistemas de cobertura no Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51 (9), 1140-1147.
- Alves, J. N. F., & Simonetti, A. P. M. M. (2017). Alelopátia de trigo mourisco sobre a cultura da soja. *Revista Cultivando o Saber*, 10(1), 94-101.
- Anghinoni, I., Carvalho, P. C. F & Costa, S. E. V. G. A. (2013). Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. *Tópicos em Ciência do Solo*, 8, 325-380.
- Araújo, L. da S., da Cunha, P. C. R., Silveira, P. M., de Sousa Netto, M. & Oliveira, F. C. (2015). Potencial de cobertura do solo e supressão de tiririca (*Cyperus rotundus*) por resíduos culturais de plantas de cobertura. *Revista Ceres*, 62 (5), 483-488.
- de Araújo, F. C., Nascente, A. S., Guimarães, J. L. N., Sousa, V. S., & Silva, M. A. (2019). Cultivo de plantas de cobertura na produção de biomassa de plantas daninhas. In *Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 11., 2019, Balneário Camboriú, SC. Inovação e desenvolvimento na orizicultura: anais eletrônico. Epagri: Sosbai, 2019...
- de Araújo, F. C., Silva, M. A., Sousa, V. S., de Filippi, M. C. C., & Nascente, A. S. (2019). Plantas de cobertura e microrganismos benéficos afetando o desenvolvimento da soja. In *Embrapa Arroz e Feijão-Resumo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 13., 2019, Santo Antônio de Goiás. Resumos... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019.
- Balota, E. L. Calegaria, A., Nakatanib, A. S. & Coyne, M. S. (2014) Benefits of winter cover crops and no-tillage for microbial parameters in a Brazilian Oxisol: A long-term study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 197, 31-40.
- Barradas, C.A.A. (2010). *Adubação verde*. Niterói: Programa Rio Rural. 12p. (Manual Técnico; 25).

- Boer, C. A., de Assis, R. L., Gilson Pereira Silva, G. P., Braz, A. J. B. P., Barroso, A. L. L., Cargnelutti Filho, A. & Pires, F. R. (2007). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (2), 1269-1276.
- Boer, C. A., Assis, R. L. D., Silva, G. P., Braz, A. J. B. P., Barroso, A. L. D. L., Cargnelutti Filho, A., & Pires, F. R. (2008). Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 843-851.
- Brunken, J. N. (1977). A systematic study of Pennisetum sect. Pennisetum (Gramineae). *American journal of botany*, 64(2), 161-176.
- Cardoso, E.J.B.N. et al. (2013). Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health. *Scientia Agricola*, 70 (4), 274-289.
- Carvalho, A. M., Coelho, M. C., Dantas, R. A., Fonseca, O. P., Guimarães Júnior, R. & Figueiredo, C. C. (2012). Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop and Pasture Science*, 63 (12), 1075-1081.
- Carvalho, A. M., Coser, T. R., Rein, T. A., Dantas, R. de A., Silva, R. R. & Souza, K. W. (2015). Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 50 (7), 551-561.
- Collier, L. S., KikuchiLuiz, F. Y., Benício, P. F. & de Sousa, S. A. (2011). Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41 (3), 306-313.
- Costa, E. M., Silva, H. F. & Ribeiro, P. R. A. (2013). Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia Biosfera*, 9 (17), 142-186.
- Dan, H.A., Dan, L. G. M., Barroso, A. L. L., S.O. Procópio, S. O., R.S. Oliveira Júnior, R. S., Assis, R. L. & Silva, A. G. (2011). Atividade residual de herbicidas préemergentes aplicados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. *Planta Daninha*, 29 (2), 437-445.
- Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B. & Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 100 (3), 249-256.
- Donagemma, G. K., Freitas, P. L. D., Balieiro, F. D. C., Fontana, A., Spera, S. T., Lumbreras, J. F., & Bortolon, L. (2016). Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 1003-1020.
- Favarato, L. F., de Souza, J. L., Galvão, J. C. C., de Souza, C. M. & Guarçoni, R. C. (2015). Atributos químicos do solo com diferentes plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 5 (2), 19-28.
- Federizzi, L. C. et al. (2014). Importância da cultura da aveia. In: *Indicações técnicas para a cultura da aveia: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia*. Fundação ABC/LÂNGARO.
- Ferreira, A. C. D. B., Lamas, F. M., Carvalho, M. D. C. S., Salton, J. C., & Suassuna, N. D. (2010). Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45, 546-553.
- Fialho, A. R. (2020) *Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura*. Curso em Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 59.
- Fiorentin, C. F., Lemos, L. B., Jardim, C. A., & Fornasieri Filho, D. (2012). Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro de inverno-primavera em três sistemas de cultivo. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 2825-2835.
- Fonseca, J. S. (2017). Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais.
- Fontaneli, R. S., & dos Santos, H. P. (2012). Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. *Embrapa Trigo-Livro científico (ALICE)*.
- Francisco, E. A. B., Câmara, G. M. D. S., & Segatelli, C. R. (2007). Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. *Bragantia*, 66, 259-266.
- de Freitas, D. A. F., Silva, M. L. N., Castro, N. E. A., Cardoso, D. P., Dias, A. C., & de Carvalho, G. J. (2012). Modelagem da proteção do solo por plantas de cobertura no sul de Minas Gerais. *Revista Agro@mbiente On-line*, 6(2), 117-123.
- Gorgen, A. V. (2013). Produtividade e qualidade da forragem de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) e de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*. Moench) cultivado no Cerrado.
- Klein, V. A., Navarini, L. L., Baseggio, M., Madalosso, T., & Costa, L. O. (2010). Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, 117.
- Krenchinski, F. H., Cesco, V. J. S., Rodrigues, D. M., Albrecht, L. P., Wobeto, K. S., & Albrecht, A. J. P. (2018). Desempenho agrônomo de soja cultivada em sucessão a espécies de cobertura de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(8), 909-917.
- Lamas, F. M. (2017) *Plantas de cobertura: O que é isto?* <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo—plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>>
- Latati, M., Bargaz, A., Belarbi, B., Lazali, M., Benlahrech, S., Tellah, S., & Ounane, S. M. (2016). The intercropping common bean with maize improves the rhizobial efficiency, resource use and grain yield under low phosphorus availability. *European journal of agronomy*, 72, 80-90.
- Lite, L. F., Sandra R. S. Galvão, S. R. S., Manoel R. Holanda Neto, M. R. H., Fernando S. Araújo, F. S. & Iwata, B. F. (2010). Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14 (12), 1273-1280.

- Lima, L. B. (2014). Efeito das plantas de cobertura em Sistema de Plantio Direto. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 10 (18).
- Mantai, R. D., da Silva, J. A., Sausen, A. T., Costa, J. S., Fernandes, S. B., & Ubessi, C. (2015). A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19, 343-349.
- Marcante, N. C., Camacho, M. A., & Junior, F. P. P. (2011). Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. *Bioscience Journal*, 27(2).
- Michelon, C. J., Junges, E., Casali, C. A., Pellegrini, J. B. R., Neto, L. R., de Oliveira, Z. B., & de Oliveira, M. B. (2019). Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(2), 230-239.
- de Moraes, M. T., Debiassi, H., Franchin, J. C., & da Silva, V. R. (2016). Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. *Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água*.
- Muraishi, C. T., Leal, A. J. F., Lazarini, E., Rodrigues, L. R., & Junior, F. G. G. (2005). Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 27(2), 199-207.
- Nantes, N. N., Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Lempp, B., Barbosa, R. A., & Gois, P. O. D. (2013). Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 114-121.
- Nascente, A. S., Crusciol, C. A. C., & Cobucci, T. (2013). The no-tillage system and cover crops—Alternatives to increase upland rice yields. *European Journal of Agronomy*, 45, 124-131.
- Nascente, A. S., & Crusciol, C. A. C. (2014). Época de dessecação de plantas de cobertura para o plantio do arroz de terras altas. Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E).
- Nascente, A. S., Lacerda, M. C., Lanna, A. C., de Filippi, M. C. C., & Silva, D. M. (2016). Cover crops can affect soil attributes and yield of upland rice. *Australian Journal of Crop Science*, 10(2), 176-184.
- Oliveira, M. S. P., Juliana Cristina Duarte, J. C., Dantas, P. I. K., Freitas, C. E. de M., de Assis, R. L., Torres, J. L. R. (2015). Desempenho de consórcio de crotalária e milho em camadas compactadas de solo. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. O SOLO E SUAS MULTIPLAS FUNÇÕES, 2015, Natal, RN. Anais... 1-4.
- Oliveira, M. S. P et al. (2016) Densidade e comprimento radicular de crotalária e milho em camadas compactadas de solo. In: V CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IF GOIANO – CAMPUS IPORÁ, 2016, Iporá, GO. Anais... Iporá, GO: 21 a 23 de setembro de 2016, p.1-2.
- Pacheco, L. P., Leandro, W. M., Machado, P. L. O. D. A., Assis, R. L. D., Cobucci, T., Madari, B. E., & Petter, F. A. (2011). Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(1), 17-25.
- Pacheco, L. P., Monteiro, M. M. D. S., Petter, F. A., Alcântara Neto, F. D., & Almeida, F. A. D. (2013). Cover crops on the development of beggar's-tick. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43, 170-177.
- Pacheco, L. P., Barbosa, J. M., Leandro, W. M., Machado, P. L. O. D. A., Assis, R. L. D., Madari, B. E., & Petter, F. A. (2013). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 1228-1236.
- Pacheco, L. P., Miguel, A. S. D. C. S., Bonfim-Silva, E. M., Souza, E. D. D., & Silva, F. D. D. (2015). Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45, 464-472.
- Pacheco, L. P., Petter, F. A., Soares, L. D. S., Silva, R. F. D., & Oliveira, J. B. D. S. (2016). Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. *Revista Ciência Agronômica*, 47, 500-508.
- Pacheco, L. P., Miguel, A. S. D. C. S., Silva, R. G. D., Souza, E. D. D., Petter, F. A., & Kappes, C. (2017). Biomass yield in production systems of soybean sown in succession to annual crops and cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 582-591.
- Perin, A., Cruvinel, D. A., dos Santos Ferreira, H., Melo, G. B., de Lima, L. E., & de Sá Andrade, J. W. (2015). Decomposição da Palhada e Produção de Repolho em Sistema Plantio Direto. *Global Science and Technology*, 8(2).
- Pessotto, P. P., da Silva, V. R., Ortigara, C., Koppe, E., Strojaki, T., & Santi, A. L. (2016). Influência de diferentes plantas de cobertura nas propriedades físicas de um latossolo vermelho. *Agrarian*, 9(34), 348-356.
- Petry, H. B., Koller, O., Bissani, C. A., Santarrosa, E., Casamali, B., Laux, L. C., & Schwarz, S. F. (2012). Adubação com compostos orgânicos e cobertura verde do solo em pomar de tangerineiras sob cultivo orgânico. *Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Rodrigues, G. B., Sá, M. E. D., Valério Filho, W. V., Buzetti, S., Bertolin, D. C., & Pina, T. P. (2012). Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Revista Ceres*, 59(3), 380-385.
- Rossetti, K. D. V., Andrioli, I., Centurion, J. F., Matias, S. S., & Nóbrega, J. C. (2012). Atributos físicos do solo em diferentes condições de cobertura vegetal em área de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(3), 427-433.
- Santos, G. G., Silveira, P. M. D., Marchão, R. L., Petter, F. A., & Becquer, T. (2012). Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 1171-1178.
- da Silva, D. B., Guerra, A. F., da Silva, A. C., & Póvoa, J. S. R. (2002). Avaliação de genótipos de mourisco na região do cerrado. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).

- Silva, R. F. D., Guimarães, M. D. F., Aquino, A. M. D., & Mercante, F. M. (2011). Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 1277-1283.
- Soratto, R. P., Crusciol, C. A. C., Costa, C. H. M. D., Ferrari Neto, J., & Castro, G. S. A. (2012). Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 1462-1470.
- Souza, J. L., & Guimarães, G. P. (2013). Rendimento de massa de adubos verdes e o impacto na fertilidade do solo em sucessão de cultivos orgânicos. *Bioscience Journal*, 29(6).
- Souza, L. S., Ambrosano, E. J., Rossi, F., & Carlos, J. A. D. (2014). Adubação verde na física do solo. Lima Filho OF, Ambrosano EJ, Rossi F, Carlos JAD. *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 337-369.
- Steiner, F., Pivetta, L. A., Castoldi, G., Costa, M. S. D. M., & Costa, L. A. D. M. (2011). Carbono orgânico e carbono residual do solo em sistema de plantio direto, submetido a diferentes manejos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3), 401-408.
- Sutil, E. L.; Nobrega, L. H. P. (2017). Alelopatia de trigo mourisco sobre a germinação e crescimento de plântulas de picão-preto. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Teixeira, M. B., Loss, A., Pereira, M. G., & Pimentel, C. (2011). Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 867-876.
- Torres, J. L. R., CUNHA, M. D. A., Pereira, M. G., & Vieira, D. M. D. S. (2014). Cultivo de feijão e milho em sucessão a plantas de cobertura. *Revista Caatinga*, 27(4), 117-125.
- Veronese, M., Francisco, E. A. B., Zancanaro, L., & Rosolem, C. A. (2012). Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 47, 1158-1165.
- Vezzani, F. M., & Mielniczuk, J. (2011). Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 213-223.
- Wendler, E., & Simonetti, A. P. M. M. (2016). Uso de trigo mourisco sobre a germinação e desenvolvimento inicial de soja. *Revista Cultivando o Saber*, 119-128.
- Wolschick, N. H., Barbosa, F. T., Bertol, I., dos Santos, K. F., Werner, R. D. S., & Bagio, B. (2016). Canopy cover, biomass production and nutrient accumulation by cover crops. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15(2), 134-143.
- Ziech, A. R. D., Conceição, P. C., Luchese, A. V., Balin, N. M., Candioto, G., & Garmus, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 374-382.