



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

**CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA PARA
MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO NO CERRADO**

IURY CARLOS PEREIRA OLIVEIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA - DF

2023

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV

IURY CARLOS PEREIRA OLIVEIRA

CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO NO CERRADO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia da
Universidade de Brasília (UnB).

Prof^a. Dr^a. Marina Rolim Bilich Neumann

BRASÍLIA - DF

2023

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

**CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA PARA MELHORIA DA
QUALIDADE DO SOLO NO CERRADO**

Iury Carlos Pereira Oliveira

Matrícula: 20/0020196

Orientador: Prof^a. Marina Rolim Billich Neumann

Matrícula: 1029291

Trabalho de conclusão de curso, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Marina Rolim Billich Neumann (FAV-UnB)
Orientador

Prof. Marcelo Fagioli (FAV – UnB)
Membro Interno

Eng. Agron. Leandro Luiz Silva (Consultor Agrícola)
Membro Externo

Brasília- DF

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

OO48c Oliveira, Iury Carlos Pereira

Consórcio de plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo no cerrado / Iury Carlos Pereira Oliveira; orientador Marina Rolim Bilich Neumann. -- Brasília, 2023. 33 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2023. 1.

1. Adubação verde. 2. Cobertura vegetal. 3. Plantio direto. 4. Matéria orgânica.

I. Neumann, Marina Rolim Bilich, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Oliveira, I.C. P; Consórcio de plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo no cerrado. Monografia (Graduação em Agronomia) – **Universidade de Brasília – UnB**, Brasília, 2023. 33p

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Iury Carlos Pereira Oliveira

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Consórcio de plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo no cerrado.

Grau: 3º **Ano:** 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Iury Carlos Pereira Oliveira

Matrícula: 20/0020196

End.: Cond. Jardim botânico V, cj i cs 25 – Brasília, DF. CEP: 71680-368

Tel.: (61) 98679-3069

E-mail: lurycarloss@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e ao Mestre, pelo dom da vida e por todas as oportunidades e portas abertas.

Aos meus pais, que mesmo distante geograficamente, sempre estiveram apoiando.

Aos meus tios, pelo amparo e incentivo nesta jornada de estudos.

Aos meus amigos que me apoiaram e auxiliaram nos estudos, em especial os colegas Mateus Sandri e Gabriel Rosa.

A minha orientadora Marina Neumann, primeiramente por ter aceitado o convite e por toda orientação, paciência e dedicação neste trabalho.

Ao grupo MeC, que me recebeu de portas abertas e proporcionou ensinamentos para que esse trabalho fosse realizado.

A Universidade de Brasília, pela oportunidade de estudo e sua toda estrutura.

Enfim, meu muito obrigado a todos que direta ou indiretamente auxiliaram neste trabalho.

A rentabilidade da lavoura é proporcional ao conhecimento aplicado por hectare.
Dirceu Gassen

RESUMO

A utilização de adubos verdes para a promoção de cobertura vegetal em sistemas de plantio direto tem se expandido entre os produtores do cerrado. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo investigar a aplicação do uso de um consórcio de espécies vegetais e seus impactos positivos na melhoria da qualidade do solo nessa região, por meio de uma abordagem técnica que envolve revisão literária e um estudo de caso realizado em uma propriedade pertencente ao grupo MeC, localizado no município de Cristalina, Goiás. A revisão literária realizada neste estudo abrangeu a análise de publicações científicas, relatórios técnicos e outras fontes relevantes, com o intuito de embasar teoricamente os resultados obtidos no estudo de caso. Dentre as atividades descritas nesse estudo, foi possível observar um aumento significativo da matéria orgânica no solo com a utilização do consórcio de plantas de cobertura. Essa prática consiste no plantio simultâneo de diferentes espécies vegetais na mesma área, visando maximizar os benefícios para o solo, como a adição de matéria orgânica, o incremento da biodiversidade microbiana, a melhoria da estrutura do solo e a redução da erosão.

Palavras-chave: Adubação verde, cobertura vegetal, plantio direto, matéria orgânica.

ABSTRACT

The use of green manures to promote vegetative cover in direct planting systems has been expanding among cerrado producers. In this context, the present study aimed to investigate the application of using a consortium of plant species and their positive impacts on soil quality improvement in this region, through a technical approach involving literature review and a case study conducted on a property owned by the MeC group, located in the Directed Settlement Program of the Federal District (PAD-DF). The literature review conducted in this study encompassed the analysis of scientific publications, technical reports, and other relevant sources, in order to theoretically support the results obtained in the case study. Among the activities described in this study, a significant increase in organic matter in the soil was observed with the use of cover crop consortium. This practice involves the simultaneous planting of different plant species in the same area, aiming to maximize benefits for the soil, such as the addition of organic matter, the enhancement of microbial biodiversity, the improvement of soil structure, and the reduction of erosion.

Keywords: Green manure, vegetative cover, direct planting, organic matter.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO GERAL	4
2.1 Objetivo específico	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origem das plantas de cobertura.....	4
3.2 Qualidade física, química e biológica do solo.....	5
3.3 Plantas de Cobertura.....	6
3.3.1 Plantas de Cobertura - Gramíneas	8
3.3.2 Plantas de Cobertura - Leguminosas.....	11
4. ESTUDO DE CASO	14
4.1 Descrição da área e da empresa.....	14
4.2 Práticas culturais	14
4.3 Avaliação das características do solo utilizado com plantas de cobertura.....	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por alimentos no mundo fez com que a agricultura evoluísse, buscando sempre alternativas para aumentar a produtividade. Os avanços tecnológicos têm forte contribuição pra esse feito, porém, a má gestão dos recursos naturais e a intensiva utilização dos agroecossistemas tem causado degradação ambiental, esgotando os solos, gerando severas alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo que, somados à aceleração da mineralização da matéria orgânica, resulta na diminuição de sua fertilidade (Calegari et al., 2016). Tal avaria pode ser revertida com a utilização de práticas conservacionistas, como a utilização de espécies de plantas que tem a finalidade de recompor o ecossistema e regenerar os atributos do solo, gerando matéria orgânica, aumentando a flora microbológica e desagregando as partículas do solo compactado.

É importante ressaltar que os solos do bioma Cerrado, em sua maioria, detêm de textura pouco argilosa, e são formados por altos teores de alumínio (Al) e baixa quantidade de matéria orgânica (MO), possuindo também, alta susceptibilidade a erosão e alta lixiviação de nutrientes, o que resulta em solos com baixa capacidade de trocas de cátions (CTC), e potencial hidrogeniônico (pH) (Silva et al., 1994; Carvalho et al., 2014b)

A fitomassa produzida pelo consórcio de plantas, após ser processada por rolo faca e degradada por microrganismos, resulta em acúmulo de material orgânico para o Sistema de Plantio Direto (SPD), que no Brasil teve início na região Sul, por volta da década de 1970, como motivo principal de alavancagem na época, a minimização dos processos erosivos (Kochhann & Denardin, 2000), contudo, na década de 1990 o uso dessa prática ficou mais evidenciada nos cerrados brasileiros, onde o revolvimento mínimo, garantindo a estabilidade dos agregados e menor compactação do solo, gerando ainda a manutenção da camada orgânica, evitando a exposição excessiva ao sol e favorecendo a expansão dos microrganismos do solo, fizeram com que o SPD ficasse cada vez mais difundido. Nesse contexto, a implantação do SPD sobre a cobertura vegetal, gerada pela matéria seca de um coquetel de plantas destinada a adubação verde, integrando a ação de espécies leguminosas e gramíneas, alcançou inúmeros benefícios com o passar do tempo, tais como a melhoria da qualidade do solo e o aumento de produtividade dos cultivos (Sá, 1999; Ferreira et al., 2009; Sá et al., 2013, 2014).

2. OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão tem por objetivo realizar uma revisão bibliográfica a respeito do uso de plantas de cobertura em consórcio e seus benefícios aos solos do cerrado.

2.1 Objetivo específico

- Apresentar estudo de caso na propriedade Fazenda Taboca, do Grupo MeC, Cristalina – GO.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem das plantas de cobertura

Segundo relatos literários, a civilização chinesa foi a primeira a empregar o uso da adubação verde, já na dinastia Chou (1134 a 247 a. C.) (Pieters; 1927), posteriormente, os gregos e romanos começaram a utilizar as leguminosas no sistema de rotação de culturas, conforme escritas encontradas nas ruínas de Herculano, com os dizeres em latim, “Sator arepo tenet opera rotas”, ou “Agricultor sábio sempre faz rotação” (Bancos..., 2007a). Baseados em conhecimentos empíricos, resultante dos benefícios observados pela adubação verde fizeram com que a prática progredisse por mais de 2 mil anos.

No final do século 18, a adubação verde já era praticada pela Inglaterra, e implementada nas américas. Há indícios que a primeira espécie utilizada nessa época era o feijão caupi (*Vigna unguiculata*) (Pieters, 1927). As primeiras informações técnicas da utilização dessa prática no Brasil foram advindas da publicação de Gustavo Rodrigues Pereira D’Utra, em 1919. Com o passar dos anos, estudos foram sendo elaborados, buscando entender o funcionamento dessa prática, tais como o trabalho publicado, por

Carlos Teixeira Mendes, professor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), em 1938. Outro marco importante no aperfeiçoamento das plantas de cobertura no Brasil foi a publicação do livro “Adubação verde no sul do Brasil” no início da década de 90, reunindo os principais pesquisadores do assunto naquela época (Costa, 1992). Já em 2006, com todo avanço nos estudos dessa área, foi lançado pela EMBRAPA o livro “Cerrado – Adubação Verde” evidenciando que a adubação verde é uma ferramenta essencial para a sustentabilidade dos solos desse bioma tão importante para agricultura brasileira (Carvalho; Amabile, 2006).

3.2 Qualidade física, química e biológica do solo

A qualidade do solo é fundamental para alcançar altos índices de produtividade, os atributos físicos, químicos e biológicos contribuem para melhor desenvolvimento das espécies presente no ecossistema. Segundo Baretta et al., (2010), a qualidade do solo é definida como a capacidade deste em funcionar dentro do ecossistema, visando sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e dos animais. Casalinho et al. (2007) relata que o conceito de qualidade consiste na capacidade do solo de suportar o crescimento e desenvolvimento de vegetais, suprindo-lhe em nutrientes, dar suporte a uma adequada atividade biológica proporcionando estabilidade estrutural adequada para resistir à erosão e reter água. Já Maia (2013), diz que “a qualidade do solo é avaliada em detrimento das inúmeras funções que o solo desempenha no crescimento e desenvolvimento das plantas”.

As considerações evidenciam que a qualidade do solo é resultado da interação complexa de diversos atributos físicos, químicos e biológicos, os quais desempenham um papel crucial no êxito da produção agrícola e na preservação da integridade de um ecossistema saudável. O solo é um componente fundamental na sustentabilidade global, e a sua gestão apropriada assume um papel primordial para assegurar a continuidade da produtividade agrícola e a saúde do meio ambiente a longo prazo. Dado o papel vital do solo na sustentabilidade global, a conscientização sobre a importância de sua qualidade e manejo responsável é fundamental para garantir a produtividade agrícola e a conservação dos recursos naturais, assegurando um ambiente equilibrado e saudável para as gerações futuras.

Diante disso, o uso sustentável e promoção de práticas conservacionistas proporciona aumento da qualidade do solo, indicados por propriedades como: textura, porosidade, capacidade de trocas catiônicas, ciclagem de nutrientes, quantidade de fósforo disponível, atividade biológica, biomassa microbiana entre outros (Oliveira e Silva et al., 2020).

3.3 Plantas de Cobertura

Na tomada de decisão de quais espécies serão implementadas na área como adubo verde, deve se considerar parâmetros como, histórico da área; adaptação das plantas ao clima e ao solo da região; especificidade do sistema de produção adotado; não interferência com atividades agropecuárias principais na propriedade; custo financeiro acessível; disponibilidade de sementes no mercado; produtividade de fitomassa e facilidade de manejo (Mascarenhas et al., 1984; Wutke, 1993; Wutke; Ambrosano, 2005; Wutke et al., 2007). Outro fator determinante para escolhas das plantas que serão introduzidas é o tempo de decomposição da matéria seca, que varia em função tanto na composição das plantas utilizadas quanto no clima e na atividade microbiológica, permitindo que a palhada dure mais ou menos tempo na superfície do solo (Perin et al., 2015).

Um aspecto importante a ser ponderado é a relação Carbono / Nitrogênio, pois quanto maior for essa relação, 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 C/N para a ciclagem de nutrientes, pois têm altos teores de N (Carvalho et al., 2012). As leguminosas podem melhorar as condições físicas do solo, aumentando a fertilidade, proporcionando melhor estruturação, reduzindo a dependência de fertilizantes sintéticos e permitir melhor capacidade de retenção de água e aeração (Yavas & Unay, 2018), pois essas plantas possuem relação C/N tenra, de aproximadamente 20 (mais estreita), conseqüentemente maior teor de Nitrogênio em sua composição. Na fitomassa das gramíneas, tem-se mais C e menos N, pois a relação C/N é superior a 30 (mais larga), e maior quantidade de lignina. Assim, as gramíneas produzem coberturas vegetais mais estáveis e de decomposição mais lenta. Na tabela

1 estão apresentadas algumas espécies comumente utilizadas, fitomassa verde e seca, relação C/N e quantidade de N fixado. A tabela 1 foi elaborada a partir de diversos estudos tais como Neme (1940), Miyasaka (1984), Pereira (1988), Derpsch e Calegari (1992), Calegari et al. 2016, Wutke (1993), Thung e Cabrera (1994), Florentin et al. 2010, Burle et al. 2006 e Wutke et al. 2009.

Para diminuir as perdas de N no sistema de cobertura, são utilizados o uso em consórcio de duas espécies de adubos verdes, as leguminosas e as gramíneas, ou até mesmo, uma mistura de diversas espécies de plantas, favorecendo então, a imobilização temporária desse nutriente e a redução da taxa de mineralização, proporcionando também, maior quantidade de fitomassa seca a cobertura do solo (Andreola et al., 2000).

Tabela 1 – Espécies, fitomassa verde e seca, relação C/N e quantidade de N fixado.

Culturas	Nome científico	Família botânica	Massa verde	Massa seca	Relação C/N	N fixado
			t ha ⁻¹			Kg ha ⁻¹
Gramíneas						
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	<i>Poaceae</i>	15-60	2-8	21-42	-
Aveia ucraniana	<i>Avena sativa</i>	<i>Poaceae</i>	15-60	2,5-8	33-47	-
Capim-pé-de-galinha-gigante	<i>Eleusine coracana</i>	<i>Poaceae</i>	25-40	6-10	25-42	40-50
Centeio	<i>Secale Cereale</i>	<i>Poaceae</i>	12-35	2-7	19-42	-
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	<i>Poaceae</i>	23-50	8-21	30-43	-
Trigo mourisco	<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Polygonaceae</i>	30	4,5-7	30-80	-
Leguminosas						
Crambe	<i>Crambe abyssinica</i>	<i>Brassicaceae</i>				
Crotalaria ochroleuca	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	<i>Fabaceae</i>	20-30	7-10	16-19	90-140
Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum ssp. arvense</i>	<i>Fabaceae</i>	15-40	2,5-7	12-21	60-200
Feijão Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Fabaceae</i>	15-25	3-5	15-25	70-240
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Compositae</i>	20-90	2-12	22-33	-

Fonte: Neme (1940), Miyasaka (1984), Pereira (1988), Derpsch e Calegari (1992), Calegari et al. 2016, Wutke (1993), Thung e Cabrera (1994), Florentin et al. 2010, Burle et al. 2006 e Wutke et al. 2009.

Entretanto, deve se considerar o objetivo pelo qual será implementado o consórcio, constituindo assim, a seleção de espécies que serão utilizadas. É importante ter o histórico da área e saber qual cultura será introduzida na área coberta, pois existem espécies que podem promover alelopatia com culturas comerciais, outra observação valiosa a se respeitar é o planejamento da rotação de culturas, evitando utilizar espécies cultivadas no consórcio anterior, em conjunto com as condições locais, acatando a adaptação das plantas ao clima, o tipo de solo, a disponibilidade hídrica, entre outros.

3.3.1 Plantas de Cobertura - Gramíneas

Aveia preta

A Aveia preta (*Avena strigosa*) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*. A planta possui fisionomia ereta, de altura média, com ciclo anual de maturação entre 140 a 165 dias. Produz entre 2 a 8 t/ha de matéria seca ao depender das condições do solo.

Um dos principais benefícios da aveia preta é o efeito da palhada sobre o solo, a cobertura proporcionada pela matéria seca da cultura tem duração superior as outras plantas de cobertura mixadas no sistema (Calegari e Derpsch, 2010).

A cultura de aveia preta fornece excelente cobertura do solo, por produzir alta quantidade de palha. A alta qualidade de palhada produzida pela espécie ou de outra cultura, tem a capacidade de modificar o regime térmico diário do solo, principalmente pela capacidade de refletir a radiação solar, impedindo que esta chegue diretamente ao solo para aquecê-lo em demasia (Streck et al., 1994).

Aveia ucraniana

A Aveia ucraniana (*Avena sativa*) assim como a aveia preta (*Avena strigosa*), é uma espécie pertencente à família *Poaceae*, porém seu ciclo de maturação é maior (180 dias), em consequência, o volume de matéria seca pode chegar ao dobro da aveia preta (Prevedel - 2021).

Tem a característica de promover 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).

Capim-pé-de-galinha-gigante

O capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae* (Brunken, 1977). Foi introduzida na região dos cerrados brasileiros por volta de 1995. Possui um ciclo de 130 a 150 dias e hábito de crescimento ereto, podendo atingir de 0,8-1,2 m de altura e possui raízes em cabeleira (fasciculada). Devido a lenta decomposição do sistema radicular, recomenda-se aguardar 15-25 dias para implantação de culturas, podendo provocar imobilização temporária de N no solo (Calegari, 2016).

O manejo do capim-pé-de-galinha-gigante é promissor na região do Cerrado, onde proporciona melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo por meio do aumento dos teores de matéria orgânica, contribuindo, ainda com a diminuição da erosão hídrica, em decorrência da proteção proporcionada pela fitomassa na cobertura do solo, podendo chegar a 10 t^{-1} de massa seca produzida. (Boer, 2008). É importante considerar que a espécie possui sistema radicular em cabeleira, atingindo 1 m a 2 m de profundidade (6 t há^{-1} a 8 t há^{-1} de matéria seca de raízes). Embora não seja uma leguminosa, pode-se ter fixação não simbiótica de 40 kg ha^{-1} a 50 kg há^{-1} de N por meio de organismos de vida livre (*Azospirillum*) (Calegari, 2016).

Centeio

O Centeio – (*Secale Cereale L.*) é uma gramínea pertencente à família das *Poaceae*. Tem como centro de origem a Ásia Central, sendo introduzido no Brasil há dois séculos por imigrantes alemães e poloneses (Nascimento Junior et al., 2006).

O ciclo dessa espécie é anual, com sistema radicular fasciculado, hábito de crescimento cespitoso, colmo cilíndrico e ereto (Nascimento Junior et al., 2006). É caracterizada por ser uma planta rustica, tolerante a temperaturas reduzidas, seca e condições de solo menos férteis. Possui elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, principalmente do P, e suas raízes se desenvolvem até 2 m ou mais de profundidade. São produzidas, em média, de 12 t ha^{-1} a 35 t ha^{-1} de fitomassa verde e de 2 t ha^{-1} a 7 t ha^{-1} de fitomassa seca. Outro fator que deve ser considerado pela cultura é a contribuição à redução do inóculo de doenças no solo (Calegari, 2016).

Milheto

O Milheto – (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, e do gênero *Pennisetum* (Brunken, 1977). A cultura foi introduzida no Brasil no início da década de 60, no estado do Rio Grande do Sul, mediadas de sementes comuns (Pereira Filho et al., 2003; Kumar et al., 2018). Já no cerrado, a cultura vem ganhando destaques nos últimos anos devido a boa adaptação e a utilização do SPD (Dan et. al., 2011). Pereira Filho et al., 2003, destaca que o milheto é a principal planta de cobertura utilizado no bioma, devido ao sistema radicular profundo, tornando a planta tolerante ao déficit hídrico.

Trata-se de uma espécie de ciclo anual, com crescimento inicial lento, porém pode ultrapassar os 3,0 m de altura após as primeiras semanas do estágio vegetativo. A parte superior da planta desenvolve de forma ereta, formando colmos robustos e produção de perfilhos. O sistema radicular é capaz de explorar amplo volume de solo, tornando a planta eficiente na absorção de água e nutrientes (Aguiar et al., 2012; Kumar et al., 2018)

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).

É eficaz no controle de *Fusarium* e *Rhizoctonia*, porém, pode aumentar a população de lagartas. Recomenda-se não incorporar panículas com sementes viáveis no solo, pois as sementes poderão aumentar a população de *Fusarium sp.* e outros fungos no solo (Calegari, 2016).

Trigo mourisco

O Trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) é pertencente à família *Polygonaceae* (Wendler & Simonetti, 2016) trata-se de uma dicotiledônea com valor nutricional semelhante as gramíneas (Gorgen, 2013; Silva et al., 2002). A espécie originaria da Ásia Central, possui ciclo anual entre 60 a 70 dias, caule ereto, herbáceo e ramificado. Seu sistema radicular pode alcançar 2,0 metros de profundidade, e por ser uma planta robusta, é tolerante a estresses hídricos tornando-a como alternativa para planta de cobertura utilizada no período seco do ano no Cerrado (Görge et al., 2016).

É uma excelente planta para cobertura do solo, tem capacidade de reciclar nutrientes (Klein, 2010), alto teor de proteínas e tolerante a acidez, atuante como regenerador de solos esgotados e apresenta capacidade de utilizar sais de fosforo (P)

e potássio (K) poucos solúveis (Silva et al., 2002). Sendo muito utilizada como rotação de culturas e até mesmo como cultura sucessora ao milho, soja e sorgo (Gorgen, 2013). O trigo mourisco apresenta boa produtividade em condições de baixa pluviosidade, com valores em torno de 4,5 a 7,0 tha^{-1} de fitomassa seca e cerca de 30 t ha^{-1} de fitomassa verde (Görge et al., 2016), (Silva et al., 2002; Klein et al., 2010; Calegari, 2016).

3.3.2 Plantas de Cobertura - Leguminosas

Crambe

O Crambe (*Crambe abyssinica*) é uma oleaginosa da família *Brassicaceae*. O centro de origem da espécie se encontra na região leste da África, da Etiópia e da Tanzânia, porém pode ser encontrada como espécie espontânea em regiões europeias e no Oriente Médio (Falasca, et al., 2010).

Possui ciclo de desenvolvimento curto, podendo variar de 90 a 110 dias após a semeadura. Dependendo das condições pode atingir de 1 a 1,2 metros de altura e sistema radicular que pode atingir profundidades superiores a 1 metro. Por possuir raízes robustas e profundas, a cultura pode ter ampla adaptabilidade a condições ambientais, tornando a cultura facilmente incluída em rotações de cultura. (Falasca, et al., 2010).

Crotalaria ochroleuca

A *Crotalaria ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*) é uma leguminosa integrante à família das *Fabaceae*. O centro de origem é localizado na região africana, porém é muito utilizada nas regiões brasileiras, com ênfase nos cerrados. A cultura possui ciclo anual, de crescimento inicial rápido, e rusticidade com elevada tolerância a estresse hídrico. Geralmente, apresenta elevada produção de fitomassa alcançando de 20 t ha^{-1} a 30 t ha^{-1} de massa verde e entre 7 t ha^{-1} e 10 t ha^{-1} de massa seca, com adequada fixação de N, podendo chegar de 90 $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ a 140 $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$.

Por possuir sistema radicular bastante profundo e robusto, promovendo o rompimento de camadas compactadas no perfil do solo; seu uso é recomendado na recuperação de áreas degradadas, em cultivo exclusivo ou em mix com outras espécies. Em geral, leguminosas são bastante utilizadas como adubos verdes devido a associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbios), o que promove elevada produção de massa, com rápida degradação no sistema, devido à baixa relação C/N (Espindola et al., 2005).

Segundo Asmus & Inomoto (2013), A cultura recebeu excelentes resultados em áreas infestadas com nematoides do gênero *Meloidogyne* (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incógnita*) e de nematoides formadores de lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), considerados os principais nematoides causadores dos maiores problemas fitossanitários na região de Cerrado.

Ervilha forrageira

A Ervilha forrageira (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) é uma leguminosa pertencente à família das *Fabaceae*. Considerada uma das culturas mais antigas do mundo, a espécie possui ciclo anual sendo uma importante cultura forrageira (Asci et al., 2015) pode ser plantada como cultura primária, mista ou secundária para forragem ou produção de grãos. Tem-se as opções de uso para corte, adubo verde ou destinação a nutrição de ruminantes (Faostat, 2019; Tüik, 2020).

A cultura tem boa adaptação em diferentes tipos de solo e sua capacidade de fixar nitrogênio livre através de nódulos proporciona vantagem para as plantas da safra seguinte (Kadioglu & Tan, 2018), onde a capacidade de cobertura de solo pode chegar em média 5,0 Mg há⁻¹ de biomassa seca bem como na fixação de N, acumulando até 200 kg há⁻¹ de N (Redin et al., 2016).

Feijão Caupi

O Feijão Caupi - (*Vigna unguiculata*), é uma leguminosa pertencente à família *Fabaceae*. Segundo relatórios de Padulosi e Ng (1997) e OCDE (2016), indicou que o feijão-fradinho (*Vigna unguiculata* var. *espontânea*) foi domesticado provavelmente na África Ocidental por volta de 2000 a.C. sendo este, progenitor do feijão caupi, que tem seus centros de diversidade genética na Etiópia e na Índia.

Também conhecido como “feijão-de-corda” ou “feijão macassar”, é uma espécie de ciclo anual podendo chegar ao estado de maturação entre 70 a 90 dias (FREIRE FILHO et al., 2005), de porte ereto, resistente ao calor e razoavelmente tolerante à seca.

Possui alto valor nutritivo muito utilizada para produção de grãos na alimentação humana e além disso, essa planta pode ser utilizada como adubo verde e palhada em sistema de plantio direto (Ribeiro, 2002). São produzidos de 15 t ha⁻¹ a 25 t ha⁻¹ de fitomassa verde e de 3 t ha⁻¹ a 5 t ha⁻¹ de fitomassa seca, respectivamente, sendo fixados de 70 kg ha⁻¹ ano⁻¹ a 240 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (Wutke, 1993; Calegari, 1995; Fahl et al., 1998; Vieira et al., 2001; Leitão Filho, 2009).

Girassol

O Girassol (*Helianthus annuus*) pertencente à família *Compositae* é uma oleaginosa originária do México, porém sua domesticação ocorreu no sudoeste dos Estados Unidos, onde foi utilizada pelos indígenas por volta de 3.000 anos a. C. (Semeczi-Kovacs, 1975).

O ciclo do girassol tem duração de 70 a 120 dias, durante os quais a planta pode alcançar alturas de 1,8 a 2,5 m. Além disso, apresenta um sistema radicular pivotante bem ramificado, capaz de reciclar nutrientes no solo, juntamente com a parte aérea da planta (Calegari et al., 1993; Wutke, 1993; Castro et al., 1997; Aguiar et al., 2014). O girassol, em suas propriedades tem capacidade para gerar entre 7,0 a 15,0 (Mg ha⁻¹) de fitomassa seca, e reciclar de 1,0 a 1,1 (%) de N na matéria seca, juntamente com 0,1 a 0,2 (%) de P₂O₅ (Balbinot Júnior et. al. 2017 e Calegari 2016).

Seu cultivo destaca-se como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, e boa adaptabilidade de implantação em sistema de consórcio de plantas, pois possui uma elevada capacidade de ciclagem de P, K, Ca, Mg e Zn, além de ser hospedeiro e promover intensa taxa de colonização natural de fungos micorrízicos arbusculares residuais no solo após seu cultivo (Ambrosano et al., 2010).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição da área e da empresa

Diante das melhorias na qualidade do solo proporcionada pelo consórcio de plantas de cobertura, foi realizado um estudo de caso dentre as propriedades do grupo MeC, localizada no núcleo rural do PAD-DF, DF 100, km 20 Área B, Lotes 17/18 fazenda alvorada, Paranoá, Brasília-DF. Sendo está a sede do grupo. Ademais, é somado outras três fazendas, a Taboca, Soledade e Brejão, entre o Distrito Federal e o município de Cristalina, Goiás. Totalizando uma área de 2165 hectares, sendo 1240 hectares composta por pivôs centrais (área irrigada) e outras 925 hectares de sequeiro.

4.2 Práticas culturais

Considerando as áreas do grupo, o estudo em questão teve foco no pivô 01, que abrange 105 hectares da fazenda Taboca. Nessa área foram implementadas 11 espécies de plantas de coberturas, sendo 6 gramíneas e 5 leguminosas, no primeiro trimestre de 2023, entretanto não foi efetuado rega da área.

Figura 1 - Mapa de localização do Pivô 01.



Fonte: Google Earth 2023. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-16.08428538,-47.35959819,922.40479099a,3840.46331664d,35y,-0h,0t,0r>> Acesso em: 03 jul. 2023.

O consórcio supracitado foi plantado em área subsequente a cultura de milho semente (*Zea mays*) e antecedente a cultura do feijão semente (*Phaseolus vulgaris*), em quantidades demonstradas na Tabela 2, onde permaneceu por 60 dias (Figura 1), independente do ciclo das plantas mixadas, posteriormente foi feito a dessecação (Figura 2) com herbicida e manejo com rolo-faca do modelo *Katrina*.

Tabela 2 – Quantidade em kg de sementes plantadas por hectare

Nome comum	Nome científico	Família	Kg ha ⁻¹	%
Gramíneas				
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	<i>Poaceae</i>	20,0	18,2%
Aveia ucraniana	<i>Avena sativa</i>	<i>Poaceae</i>	20,0	18,2%
Capim-pé-de-galinha-gigante	<i>Eleusine coracana</i>	<i>Poaceae</i>	6,0	5,5%
Centeio	<i>Secale Cereale</i>	<i>Poaceae</i>	15,0	13,6%
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	<i>Poaceae</i>	5,0	4,5%
Trigo mourisco	<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Polygonaceae</i>	10,0	9,1%
Leguminosas				
Crambe	<i>Crambe abyssinica</i>	<i>Brassicaceae</i>	4,0	3,6%
Crotalaria ochroleuca	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	<i>Fabaceae</i>	6,0	5,5%
Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>arvense</i>	<i>Fabaceae</i>	10,0	9,1%
Feijão Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Fabaceae</i>	10,0	9,1%
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Compositae</i>	4,0	3,6%

(Culturas implementadas no ano de 2023 em área de pivô no grupo MeC; PAD-DF).

Figura 1 - Consórcio de plantas no estágio vegetativo



Figura 2 - Consórcio de plantas após manejo com rolo-faca



4.3 Avaliação das características do solo utilizado com plantas de cobertura

Com base nas informações mencionadas na revisão literária, o estudo de caso conduzido no grupo MeC constatou melhorias significativas na qualidade do solo como resultado do uso de plantas de cobertura. Especificamente, observou-se um aumento substancial na concentração de matéria orgânica ao longo de um período cronológico de 12 anos, empregando a estratégia de rotação de culturas em conjunto com a utilização de plantas de serviços.

Essas melhorias foram avaliadas por meio de análises de solo comparativas entre a área onde o consórcio de plantas foi empregado e uma área testemunha, denominada como “Área 2”, onde tal prática não foi adotada, porém ambas próximas, não havendo variação da classe de solo. Os resultados indicaram um notável incremento nos teores de matéria orgânica na área de estudo com a aplicação do consórcio de plantas de cobertura, corroborando a efetividade dessa abordagem na promoção da qualidade do solo. Conforme pode demonstrado nas tabelas 03 e 04.

Tabela 3 – Resultado das amostras de solo do pivô 01, na data de 17/05/2023

AMOSTRA		MÉDIA 00-20	MÉDIA 20-40
Ca		5,18	2,68
Mg		1,85	1,25
Ca+Mg	(Cmol/dm ³)	7,03	3,97
Al		0,00	0,00
H+Al		1,50	2,03
K ₂		100,98	88,50
P Mel	(mg/dm ³)	21,15	2,75
P Res			
S		2,35	46,3
M.O	%	2,43	2,25
Zn		2,68	1,25
B		0,13	-
Cu	(mg/dm ³)	0,88	-
Fe		19,15	-
Mn		19,58	-
CTC	Cmol/dm ³	8,81	6,18
V %	(%)	83,11	66,9
m	(%)		
Ca/Mg	Relação	2,85	2,27
Ca/CTC		58,86	43,35
Mg/CTC	(%)	20,87	19,89
K/CTC		3,15	3,67
H/CTC		16,89	33,10
pH	(CaCl ₂)	6,35	5,93

Tabela 4 – Resultado das amostras de solo da área 2, na data de 17/05/2023.

AMOSTRA		MÉDIA 00-20	MÉDIA 20-40
Ca		0,4	-
Mg		0,1	-
Ca+Mg	(Cmol/dm ³)	0,5	-
Al		1,3	-
H+Al		4,2	-
K ₂		56,8	-
P Mel	(mg/dm ³)	1,7	-
P Res			-
S		7,1	-
M.O	%	1,2	-
Zn		0,2	-
B		0,14	-
Cu	(mg/dm ³)	0,7	-
Fe		34,6	-
Mn		6,4	-
CTC	Cmol/dm ³	4,87	-
V %	(%)	13,7	-
m	(%)	66,67	-
Ca/Mg	Relação	4,0	-
Ca/CTC		8,21	-
Mg/CTC	(%)	2,05	-
K/CTC		3,08	-
H/CTC			-
pH	(CaCl ₂)	4,2	-

É notório na comparação entres as análises, um ganho significativo de matéria orgânica, sendo que na área próxima, o valor é de 1,2% e na área de utilização das plantas do estudo, o valor é de 2,43%, tendo em vista que a cobertura vegetal, oriunda das plantas pode aumentar o aporte de matéria orgânica, protegendo o solo de erosão, melhorando a estrutura e fornecendo uma camada contínua de resíduos orgânicos à medida em que as plantas se decompõem. Além disso, é perceptível uma diminuição nos teores de acidez potencial (H+Al), considerando a contribuição do consorcio de plantas na ciclagem de nutrientes e do aumento do pH.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, por meio de revisão literária e estudo de caso, que o solo recebe melhorias das qualidades químicas, físicas e biológicas com a utilização do consórcio de plantas.

No que diz respeito às qualidades químicas, o consórcio de plantas de cobertura contribui para o aumento da matéria orgânica do solo, resultando em um aumento da capacidade de retenção de nutrientes, em conjunto da reciclagem de nutrientes.

Em relação às propriedades físicas do solo, o consórcio de plantas auxilia na melhoria da sua estrutura, aumentando a estabilidade dos agregados e, conseqüentemente, reduzindo a compactação do solo. A presença de raízes de diferentes espécies de plantas contribui para a formação de canais de aeração e melhor drenagem, facilitando a infiltração de água e reduzindo os riscos de erosão.

No aspecto biológico, o consórcio de plantas de cobertura promove uma maior diversidade e atividade microbiana no solo. Diferentes espécies de plantas fornecem uma variedade de exsudatos radiculares, que servem como fonte de alimento para os microrganismos do solo. Isso estimula a decomposição da matéria orgânica, melhorando a ciclagem de nutrientes e a disponibilidade de substâncias benéficas para as plantas.

Portanto, com base nas evidências científicas disponíveis, fica evidente que o uso do consórcio de plantas como estratégia de manejo do solo representa uma abordagem promissora para a melhoria das suas propriedades químicas, físicas e biológicas, resultando em benefícios significativos para a produtividade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdalla, M.; Hastings, A.; Cheng, K.; Yue, Q.; Chadwick, D.; Espenberg, M.; Smith, P. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. **Global Chang. Biol.** 2019, 25, 2530–2539. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.14644> Acesso em: 3 jul. 2023.

Almeida, P. M; Marco, N.K; Portes, J.C; Guzzo, F. B; Piazzetta, H.V.L; **Componentes De Rendimento E Produtividade De Aveia Preta Em Função De Diferentes Ajustes Da Lâmina De Irrigação E Cortes.** VIII jornada de iniciação científica e tecnológica. v. 1 n. 8, 2018. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/JORNADA/article/view/8794> Acesso em: 3 jul. 2023.

Bernardi, J; Simonetti, A.P. M; **Influência do mix de cobertura no desenvolvimento inicial da soja.** Rev. Cultivando o saber, 2021. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1118> Acesso em: 3 jul. 2023.

Bigolin, D; Reck C. M; Boemo L. S; **Avaliação De Cobertura De Solo Com Diferentes Espécies Forrageiras De Inverno.** Instituto Municipal De Ensino Assis Brasil – IMEAB. Unijui – campus Ijuí, 2022. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/22733> Acesso em: 3 jul. 2023.

Bortoluzzi, E.; Ltz, F.L.F; **Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 2, p. 449–457, abr. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/7wNS37MJw8YdLNjzmnThCft/?lang=pt> Acesso em: 3 jul. 2023.

Calegari, A.; **Benefícios do uso de adubos verdes como garantia de sustentabilidade e aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas.** Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. EMBRAPA, 2023. v. 1, cap. 1 p. 15-17. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153241/adubacao-verde-e-plantas-de-cobertura-no-brasil-fundamentos-e-pratica-volume-1> Acesso em: 3 jul. 2023.

- Calegari, A; **Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com uso de adubos verdes.** In: Lima Filho, O. F et al. (Eds). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática, p.21-36. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341977467_Perspectivas_e_estrategias_para_a_sustentabilidade_e_o_aumento_da_biodiversidade_dos_sistemas_agricolas_com_o_uso_de_adubos_verdes_Ademir_Calegari_In_LIMA_FILHO_O_F_de_AMBROSANO_E_J_ROSSI_F_CARLOS_J_A Acesso em: 3 jul. 2023.
- Carvalho, A.M; Miranda, J.C.C; Miranda, L.N; Ramos M.L.G; Junior, W.Q.R. **Adubação verde no Cerrado.** Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. EMBRAPA, 2023. v. 2, cap. 24 p. 373-400. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153221/adubacao-verde-e-plantas-de-cobertura-no-brasil-fundamentos-e-pratica-volume-2> Acesso em: 3 jul. 2023.
- Casalinho, H. D; Martins, R. S; Silva J. B; Lopes, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, abr-jun, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/1361/1346> Acesso em: 3 jul. 2023.
- Gürkan, D. and Nuri, Y; Forage pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) landraces reveal morphological and genetic diversities. **Turkish Journal of Botany**, 2019, Vol. 43: No. 3, Article 7. Disponível em: <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=1156&context=botany> Acesso em: 3 jul. 2023.
- Dos Santos, J. M. Da S., Peixoto, C. P., da Silva, M. R., Almeida, A. T., de Castro, A. M. P. B., Poelking, V. G. de C., & Oliveira, E. R; Características agrônômicas do girassol em consórcio no sistema ILP. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p. 10481-10493 jan. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23883> Acesso em: 3 jul. 2023.
- Florentín, M. A., Peñalva, M., Calegari, A., Derpsch, R. & McDonald, M. J. Green manure/cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms. **Integra Crop Manager**. 12, 34–97 (2010). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/341193439_GREEN_MANURECOVER_CROPS_AND_CROP_ROTATION_IN_CONSERVATION_AGRICULTURE_ON_SMALL_FARMS Acesso em: 3 jul. 2023.

Kebede, E.; Bekeko, Z.; Tejada Moral, M. **Expounding the Production and Importance of Cowpea (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2020.1769805> Acesso em: 3 jul. 2023.**

Nascimento H.L.B; **Anuário de Pesquisas, Agricultura**. Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO, Rio Verde, GO v. 03 pag. 18, 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1TSoon6kJRc9BMypt1sBL2Bhy5xLocv3C/view?usp=sharing> Acesso em: 3 jul. 2023.

Peixoto, C.P; Machado, G. D. S; Da Silva M.R; Castro, A.M. P; Santos, J. M. S; Almeida, A. T. Oliveira E. R. Fenologia e crescimento de girassol em diferentes épocas de semeadura e arranjos espaciais em plantio direto. In: **A genética e a construção de novos paradigmas nas ciências da vida**. v. 02. 2021. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/fenologia-e-crescimento-de-girassol-em-diferentes-epocas-de-semeadura-e-arranjos-espaciais-em-plantio-direto> Acesso em: 3 jul. 2023

Reicosky, D. C., Calegari, A., dos Santos, D. R., and Tiecher, T; Cover cropmixes for diversity, carbon and conservation agriculture, in **Cover Crops and Sustainable Agriculture**, eds R. Islam and B. Sherman (Boca Ratón, FL: CRCPress), pag. 169–208, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350356221_Cover_Crop_Mixes_for_Diversity_Carbon_and_Conservation_Agriculture Acesso em: 3 jul. 2023.

Rossi, F.; Donizeti Carlos, J.; Calegari, A.; Histórico da adubação verde no Brasil. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. EMBRAPA, 2023. v. 1, cap. 2 p. 33-51. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153241/adubacao-verde-e-plantas-de-cobertura-no-brasil-fundamentos-e-pratica-volume-1> Acesso em: 3 jul. 2023.

Samarappuli, D.; Zanetti, F.; Berzuini, S.; Berti, M.T. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. **Agronomy**, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/9/1380> Acesso em: 3 jul. 2023.

Silva, J. R. I., Jardim, A. M. R. F., de Souza, E. S., Barros Junior, G., Leite, M. L. M. V., Souza, R., & Antonino, A. C. D; Inter-relação de técnica de manejo de água e solo aplicadas a cultura do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341804812_Inter-relacao_de_tecnica_de_manejo_de_agua_e_solo_aplicadas_a_cultura_do_milho_u_ma_revisao Acesso em: 3 jul. 2023.

Silva, M. A.; Nascente, A. S.; Frasca, L. L. de M.; Rezende, C. C.; Ferreira, E. A. S.; Filippi, M. C. C. de; Lanna, A. C.; Ferreira, E. P. de B.; Lacerda, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e11101220008, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136914/plantas-de-cobertura-isoladas-e-em-mix-para-a-melhoria-da-qualidade-do-solo-e-das-culturas-comerciais-no-cerrado> Acesso em: 3 jul. 2023.

Silva, M. O; Santos, M.P; Sousa, A.P; Silva, R.V; Moura, I.A.A; Silva, R.S; Costa, K.S; Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23374> Acesso em: 3 jul. 2023.

Silveira, D. C.; Fontaneli, R. S.; Fontaneli, R. S.; Rebesquini, R.; Dall'agnol, E.; Panisson, F. T.; Bombonato, M. C. P.; Ceolin, M. E. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, v. 29, n. 173, p. 18-23, jan./fev. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1121117/plantas-de-cobertura-de-solo-de-inverno-em-sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria> Acesso em: 3 jul. 2023.

Torres, J. L. R.; Pereira, M. G.; Fabian, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, pag. 421–428, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/7GTdBhpsr6WRHfNySkC9tkk/> Acesso em: 3 jul. 2023.

Wutke, E. B.; Calegari, A.; Wildner, L. DO P.; **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso**. In: Lima Filho, O. F. de; Ambrosano, E. J.; Rossi, F.; Carlos, J. A. D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1, p. 59-168. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153241/adubacao-verde-e-plantas-de-cobertura-no-brasil-fundamentos-e-pratica-volume-1> Acesso em: 3 jul. 2023.

Serpa, k. M.; monteiro, f. Das n.; falcão, k. Dos s.; Menezes, r. Da s.; Ferreira, r. S.; Panachuki, E. Physical attributes and organic matter content in the Cerrado area under different cultivation systems. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. e131932399, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i3.2399. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2399> Acesso em: 3 jul. 2023.