



GUIA PARA CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

EMATER
Minas Gerais



GUIA PARA CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**BELO HORIZONTE
EMATER-MG
JUNHO DE 2024**

FICHA TÉCNICA

AUTORES:

BERNARDINO CANGUSSU GUIMARÃES

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Sistemas de Produção na Agropecuária, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – Emater-MG; Belo Horizonte - MG. bernardino@emater.mg.gov.br;

DENY SANÁBIO

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fruticultura, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – Emater-MG; Belo Horizonte - MG. sanabio@emater.mg.gov.br;

GEORGETON SOARES RIBEIRO SILVEIRA

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Manejo e Fertilidade dos Solos, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – Emater-MG; Belo Horizonte - MG. georgeton@emater.mg.gov.br;

GERALDO JOSÉ RODRIGUES

Tecnólogo em Cafeicultura, Especialista em Agroecologia, Extensionista Local da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – Emater-MG; Belo Horizonte - MG. geraldo.rodrigues@emater.mg.gov.br;

GILMAR GONÇALVES DE OLIVEIRA

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Tecnologia e Inovações Ambientais, Doutorando em Ciência do Solo/Recursos Ambientais e Uso da Terra, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais - Emater-MG; Belo Horizonte - MG. gilmar.oliveira@emater.mg.gov.br

KLESO SILVA FRANCO JÚNIOR

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Coordenador Técnico Regional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - Emater-MG, Alfenas-MG. kleso.junior@emater.mg.gov.br;

SÉRGIO BRÁS REGINA

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Piscicultura, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - Emater-MG, Belo Horizonte-MG. sergio.regina@emater.mg.gov.br;

WILLEM GUILHERME DE ARAÚJO

Engenheiro Agrônomo, MBA em Coffee Business, Coordenador Técnico Estadual da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - Emater-MG, Belo Horizonte - MG. willem.araujo@emater.mg.gov.br.

REVISÃO:

Terezinha Souza Leite

FOTOS:

Arquivo da Emater Minas Gerais

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO:

Cezar Hemetrio

EMATER MINAS GERAIS

Av. Raja Gabáglia, 1626. Gutierrez - Belo Horizonte, MG.
www.emater.mg.gov.br

Série	Ciências Agrárias
Tema	Fitotecnia
Área	Adubação Verde/ Plantas de cobertura

DEDICATÓRIA

Este trabalho, com o uso de plantas de cobertura, foi alavancado pela Emater-MG no ano de 2012, em parceria com o cafeicultor do município de Areado, Luiz Fernando Ribeiro de Lima. Proprietário da Fazenda Movimento, ele é considerado um visionário na implementação deste manejo.

Nos primeiros anos o modelo foi bastante criticado, mas o cafeicultor Luiz Fernando, manteve-se firme na sua visão. Pautado em inúmeras visitas que realizou para conhecer a tecnologia ele foi construindo um modelo adequado para as condições de cultivo da cafeicultura brasileira.

Participante do Programa Certifica Minas Café, o produtor ajudou na divulgação e aprimoramento do projeto sobre plantas de cobertura. Tendo como planta de base a braquiária, ele demonstrou desde o início os resultados que foram obtidos com a técnica. A Fazenda Movimento foi a referência no “Movimento” do Programa Solos Saudáveis.

Hoje, o sucesso e reconhecimento deste trabalho se devem muito ao pioneirismo de Luiz Fernando, sua coragem, dinamismo e principalmente, a parceria com a Emater-MG e o Programa Certifica Minas Café.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. USO DE ESPÉCIES NA FORMAÇÃO DA PALHADA	8
3. PLANTIO DIRETO PARA CULTIVO DE GRÃOS.....	12
3.1. Diagnóstico de compactação em sistemas de cultivo de grãos em plantio direto.....	13
3.2. Correção do solo.....	15
3.3. Semeadura.....	15
3.4. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o manejo.....	15
3.5. Como manejar as plantas de cobertura	16
3.6. Manejo das plantas de cobertura com herbicida	16
3.7. Plantio da cultura principal na palha	17
3.8. Adubação de cobertura	17
3.9. Considerações finais.....	18
4. PLANTAS DE COBERTURA E PLANTIO DIRETO EM CULTURAS PERENES (CAFÉ, FRUTICULTURA).....	18
4.1. Manejo em lavouras recém instaladas	18
4.2. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o manejo.....	19
4.3. Como manejar as plantas de cobertura	20
4.4. Manejo das plantas de cobertura com herbicida	20
4.5. Manejo para lavouras em produção.....	20
4.6. Manejo para lavouras podadas.....	21
4.7. Considerações finais	23
5. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH).....	23
5.1. Avaliação do nível de compactação do solo.....	23
5.2. Correção do solo.....	24
5.3. Semeadura.....	24
5.4. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o SPDH	25

5.5. Como manejar as plantas de cobertura	25
5.6. Manejo das plantas de cobertura com herbicida em hortaliças.....	26
5.7. Manejo das plantas de cobertura com o uso do plástico (solarização) em hortaliças	28
5.8. Mudas de hortaliças para o SPDH (Sistema de Plantio Direto de Hortaliças.....	28
5.9. Plantio das hortaliças na palha	28
5.10. Adubação de cobertura em hortaliças no SPDH.....	30
5.11. Considerações finais.....	30
6. USO DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DE SOLOS COMPACTADOS E NO CONTROLE DA EROSIÃO	30
6.1. Táticas seletivas na escolha estratégica de plantas de cobertura para o manejo de solo compactado e controle de erosão.....	34
6.2. Plantas de cobertura: uso para redução da compactação e erosão do solo	36
6.3. Considerações finais.....	39
7. ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO E ADOÇÃO DO USO DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS CULTIVOS PELOS AGRICULTORES.....	40
7.1. Estabelecimento de unidades demonstrativas ou de avaliação	40
7.2. Avaliação das unidades em conjunto com os agricultores	41
7.2.1. Tabulação dos dados de avaliação	43
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	47

1. INTRODUÇÃO

Um dos princípios da agricultura sustentável é o estabelecimento de uma camada da cobertura do solo com o uso das plantas de cobertura, sendo mais utilizadas as espécies das famílias das Poaceae (ou Gramineae) e Fabaceae (ou Leguminosae). As espécies da família Poaceae têm por finalidade ampliar o teor de matéria orgânica no solo, possibilitar a colonização por micro e macrorganismos, os quais desenvolvem várias atividades no sistema solo-planta, tais como: melhoria da estrutura do solo, auxiliando na formação de agregados e micro agregados; aumentar a fertilidade do solo; promover a diversificação da população de microrganismos em interação direta com a rizosfera e com microrganismos fitopatogênicos; melhorar a oxigenação do solo por meio do aumento da porosidade; manutenção da umidade; abrigar inimigos naturais; reduzir o uso de agroquímicos; auxiliar no controle das plantas daninhas e regular a amplitude térmica do solo. Outro processo importante no uso das plantas de cobertura é a colaboração com a redução das emissões dos gases de efeito estufa, pela incorporação do CO₂ atmosférico, por meio do processo de fotossíntese na massa verde, sendo que este carbono será incorporado ao solo, processo comumente denominado sequestro de carbono.

Plantas de cobertura é um termo mais recente na agricultura, porém o uso destas plantas com a finalidade de contribuir com as melhorias do sistema, é bastante antiga. Temos relatos de publicações científicas do uso destas espécies desde 1919, conforme descrito por Rossi e Carlos (2023), porém com uso do termo “adubo verde”. O termo plantas de cobertura, plantas de serviço, culturas de cobertura são denominações mais modernas que estão sendo utilizadas, mas o que realmente importa são as múltiplas funções destas plantas nos sistemas de produção.

Quando analisamos estas plantas, observamos que existem conhecimentos já consolidados com o uso de diversas espécies de vegetais de cobertura, pertencentes às famílias: Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Poligonaceae, entre outras. Essas plantas apresentam ciclos anuais e perenes, adaptando-se melhor tanto ao inverno quanto ao verão. Isso demanda a busca por informações detalhadas sobre essas espécies, incluindo sua função, época de semeadura e formas de manejo. É essencial compreender que, assim como qualquer tecnologia, o uso de plantas de cobertura deve ser embasado em conhecimentos técnicos e científicos sólidos, a fim de garantir sua eficácia e cumprimento de sua finalidade.

A agricultura brasileira tem se destacado no cenário dos avanços tecnológicos e no aumento da produtividade. No entanto, é comum observar alguns pontos que podem afetar negativamente a produtividade das culturas e a qualidade dos solos, destacando-se a erosão e a compactação. Além dos benefícios no controle de erosão e descompactação do solo, as plantas de cobertura também podem contribuir na supressão de plantas infestantes. Estudos têm demonstrado que certas espécies de plantas de cobertura possuem habilidades alelopáticas, liberando substâncias químicas que inibem o crescimento de plantas competidoras. Por exemplo, a *Crotalaria juncea* tem mostrado eficácia no controle de plantas invasoras como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o capim-colchão (*Digitaria horzontalis*), devido à sua capacidade de produzir compostos que interferem no desenvolvimento dessas espécies. Da mesma forma, a utilização de gramíneas como o *Panicum maximum* e a *Brachiaria brizantha* como plantas de cobertura tem sido eficaz na supressão de plantas daninhas devido à sua rápida cobertura do solo e à competição por recursos como luz, água e nutrientes. Assim, a integração de plantas de cobertura com propriedades alelopáticas ou competitivas pode contribuir significativamente para o manejo integrado de plantas infestantes, reduzindo a dependência de herbicidas e promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis (FERRAZ et al., 2019; ALMEIDA et al., 2018).

Nesse contexto, o uso estratégico de plantas de cobertura desempenha um papel crucial na mitigação desses problemas, assim como é fundamental para que haja a prática de uma agricultura mais sustentável.

2. USO DE ESPÉCIES NA FORMAÇÃO DA PALHADA

A escolha correta das plantas de cobertura, a ser cultivada, deve considerar a qualidade e quantidade da palhada a ser gerada após o corte, sendo importante uma maior resistência à decomposição e permanência sobre o solo, resultando em mais proteção do solo contra os processos erosivos; regulação térmica; manutenção da água no sistema; ampliação da microbiota do solo e controle das plantas daninhas.

Para que haja esta maior persistência da palha sobre o solo, utiliza-se uma maior quantidade no mix (mistura) das plantas de cobertura, as gramíneas. Em contrapartida, o uso das leguminosas (Fabaceae) são fundamentais para que se estabeleça um aporte de nitrogênio (N) ao sistema, reduzindo o efeito de competição dos microorganismos decompositores com as plantas a serem cultivadas, devido a relação C/N da palha das gramíneas ser de 30 a 40/1.

O estabelecimento do estande adequado de plantas de cobertura, é

fundamental para que haja uma camada mínima de biomassa seca ou palhada, recobrando a superfície do solo (Fotos 1 e 2). A camada de biomassa seca a ser formada, deverá cobrir pelo menos 80% do solo e gerar no mínimo 4 toneladas por hectare de biomassa seca (Cruz, J.C. et al. 2021).



Foto 1 - Estande de plantas de cobertura de inverno, aveia preta (foto Nuno Madeira)



Foto 2 - Plantas de cobertura no controle da erosão (foto- Nuno Madeira)

Na tabela 1, constam as recomendações gerais de estandes de plantas de cobertura, bem como a época de plantio e características que devem ser observadas, quando utilizamos estas espécies como plantas de cobertura.

Tabela 1: Espécies e suas características

Espécie	Família	Época de Semeadura	Ciclo ao florescimento	Plantio a Lanço	Plantio de Linha	Características
Trigo Mourisco	Polygonaceae	Outubro a março	35 a 50 dias	50 a 80 kg	40 a 60 kg 30 a 50 sementes/m linear	Raiz pivotante Baixa exigência hídrica Ativa microrganismos solubilizadores de P e micorrizas
<i>Crotalaria juncea</i>	Fabaceae	Setembro a março	70 a 130 dias	30 kg	25 kg 25 a 30 sementes/m linear	Raiz pivotante, porte alto, FBN, Hospedeira de <i>Pratylenchus brachiurus</i> , <i>fusarium</i> ,
<i>Crotalaria breviflora</i>	Fabaceae	Setembro a março	90 a 110 dias	25 kg	20 kg	Raiz pivotante, porte alto, FBN, Reduz multiplicação de nematoides
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Fabaceae	Outubro a fevereiro	110 a 140 dias	15 kg(30 kg)	12 kg(20kg) 25 a 30 sementes/m linear	Raiz Pivotante FBN Reduz a multiplicação de nematoides Dessecar ou manejar no florescimento
<i>Crotalaria Ochroleuca</i>	Fabaceae	Setembro a março	120 a 135 dias	12 kg	10 kg 40 a 45 sementes/m linear	Raiz pivotante FBN Porte médio
Guandu	Fabaceae	Setembro a março	70 dias	50 kg	35 kg 20 sementes/m linear	Raiz pivotante FBN Descompactador de solo natural

Milheto	Poaceae	Setembro a maio	45 a 50 dias	20 kg	15 kg	Raiz fasciculada, Biomassa de alta relação C/N Reciclador de K reduz a multiplicação de nematoides Meloidogyne incógnita, javanica, Pratylenchus brachyurus e Rotylenchulus reniformis
Niger	Asteraceae	março a abril	60 dias	4 kg	4 kg	Biomassa e supressão de algumas espécies daninhas de difícil controle, como corda de viola. Fonte de néctar para abelhas
Crambe	Brassicaceae	fevereiro a abril	35 a 40 dias	15 kg(30 kg)	12 kg(20kg)	Reduz multiplicação de nematoides (Pratylenchus brachyurus, Rotylenchulus sp. e Heterodera glycines), descompactação do solo pelo sistema radicular e a ciclagem de nutrientes
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Poaceae	Setembro a março	40 a 50 dias	10 kg	12 kg 30 sementes/m linear	Raiz fasciculada Reduz fusarium, mofo branco e rhizoctonia, Hospedeira de pratylenchus brachiurus
Nabo forrageiro	Brassicaceae	Março a julho	60 a 90 dias	15 kg	20 kg 25 sementes/m linear	Raiz profunda Reciclador de S e N Evitar em áreas com problemas de mofo branco
Aveia preta	Poaceae	Março a julho	90 dias	50 kg	40 kg 60 sementes/m linear	Raiz fasciculada Boa produção de biomassa Com alta relação C/N Pode ser usada na alimentação animal

Centeio	Poaceae	Março a agosto	60 a 90 dias	70 kg	50 kg 60 sementes/m linear	Raiz fasciculada, Reduz fungos de solo Reciclador de P
Ervilhaca comum	Fabaceae	Março a agosto	120 dias	80 kg	60 kg 25 sementes/m linear	Raiz pivotante FBN Supressão de daninhas Planta exigente em fertilidade do solo
Ervilhaca peluda	Fabaceae	Março a agosto	140 dias	50 kg	70 kg 25 sementes/m linear	Raiz pivotante FBN Supressão de daninhas Planta pouco exigente em fertilidade do solo
Tremoço branco	Fabaceae	Março a agosto	60 dias	80 kg	60 kg 15 sementes/m linear	Raiz pivotante FBN Reciclador de P Pode hospedar nematoides
Capim pé de galinha	Poaceae	Setembro a março	80 a 110 dias	12 kg	10 kg 50 sementes/m linear	Raiz fasciculada Até 6 toneladas de raízes Supressora de algumas espécies de plantas daninhas
Milho	Poaceae	agosto a fevereiro	50 a 60 dias	32 - 40 kg		Reciclador de K Relação C/N alta (palhada duradoura) Boa produção de massa
Soja	Fabaceae	agosto a fevereiro	90 - 160 dias	40-80 kg/ha		FBN

***Fonte:** Calegari (2016) - Plantas de cobertura- Manual Técnico.
FBN - Fixação Biológica do Nitrogênio

3. PLANTIO DIRETO PARA CULTIVO DE GRÃOS

O sistema plantio direto no Brasil iniciou-se em 1972, por iniciativa de Herbert Bartz, no estado do Paraná. Naquela época, o estado enfrentava sérios

problemas de perda de solo devido à erosão, intensificada pelos métodos convencionais de manejo do solo (BARTZ, 1986). É importante ressaltar que a erosão do solo resulta na sedimentação de materiais nas águas superficiais, afetando tanto sua qualidade quanto sua quantidade (LAL, 2015).

Hoje, após mais de 50 anos, observamos que muitos técnicos e agricultores desconhecem os princípios do sistema plantio direto, o qual consiste no não revolvimento do solo, rotação de cultura, e a proteção/cobertura do solo, ficando evidente a necessidade do uso das espécies de cobertura como alicerces destes princípios.

Um ponto crítico a ser considerado no sistema plantio direto é a fase de implantação. Todas as correções necessárias devem ser realizadas antes da implantação, incluindo manejo para rompimento de camadas de impedimento no perfil do solo, correção da acidez e toxidez por alumínio em profundidade, por meio de calagem e/ou gessagem; e, adubações corretivas para elevar os teores de nutrientes próximos aos ideais. Após a implantação do sistema, evitar o revolvimento do solo é fundamental, pois corrigir problemas posteriores torna-se cada vez mais difícil, podendo inclusive comprometer a palhada formada no sistema (FANCELLI et al., 2007).

Um desafio significativo, enfrentado no contexto do plantio direto, é a compactação do solo, prejudicando a infiltração de água, a aeração e o desenvolvimento das raízes das plantas. Essa compactação pode ocorrer em diferentes profundidades do solo, sendo necessário o uso de práticas de manejo específicas, como a utilização de equipamentos adequados e a adoção de sistemas de rotação de culturas que promovam a melhoria da estrutura do solo (SILVA et al., 2004).

Para uma compreensão mais aprofundada sobre a importância e os desafios do cultivo de grãos em sistema de plantio direto, bem como sobre as estratégias de lidar com a possível compactação do solo, é fundamental consultar tanto estudos clássicos quanto pesquisas recentes na área de ciências agrárias.

3.1. Diagnóstico de compactação em sistemas de cultivo de grãos em plantio direto

A compactação do solo, tanto na superfície quanto na subsuperfície, representa uma preocupação significativa para a produtividade agrícola, afetando a aeração do solo, o desenvolvimento das raízes das plantas e a atividade microbológica. Nesse contexto, a mensuração e avaliação da compactação do solo tornam-se essenciais para implementar medidas eficazes de manejo.

Para diagnosticar a compactação do solo em sistemas de cultivo de grãos em plantio direto, utilizam-se diversas técnicas de avaliação. Entre essas técnicas, destaca-se a avaliação da compactação do solo por meio de equipamentos específicos, como penetrômetros de leitura direta ou indireta (Fotos 3 e 4).



Foto 3. Penetrômetros utilizados na determinação da resistência do solo a penetração.

Foto 4. Uso do penetrômetro de impacto

Esses instrumentos permitem medir a resistência do solo à penetração, fornecendo informações sobre o nível e a profundidade da compactação. Além disso, a avaliação visual das características do solo, como a presença de camadas compactadas e a densidade aparente, também é fundamental para identificar áreas afetadas e orientar as práticas de manejo (SILVA et al., 2004).

A avaliação das camadas compactadas do solo é essencial para promover sua descompactação. Essa ação pode ser realizada utilizando escarificadores, para camadas compactadas mais superficiais, ou subsoladores de haste, para camadas mais profundas. A quebra mecânica dessas camadas compactadas visa melhorar imediatamente a aeração do solo, facilitando o estabelecimento adequado das plantas cultivadas. Durante o processo de desenvolvimento radicular dessas plantas, elas preenchem os espaços vazios criados pela descompactação mecânica, promovendo a aeração do solo a médio e longo prazo. Esse processo de manejo, quando associado ao cultivo de plantas de cobertura, contribui para a aeração do solo por meio das raízes, tanto quando as plantas estão vivas, como quando durante a decomposição do material orgânico gerado por elas. Além disso, promove a ampliação da microbiota do solo na periferia da rizosfera, otimizando a formação de agregados no solo.

3.2. Correção do solo

Antes do estabelecimento das plantas de cobertura é necessário que a correção do pH do solo seja feita com calcário, caso haja necessidade. Esta correção deverá ser estabelecida de acordo com o resultado de análise de solo e com as exigências da cultura que será cultivada após as plantas de cobertura.

3.3. Semeadura

Para o sucesso da implantação deste manejo é fundamental que seja feito um bom preparo do solo, de tal maneira que as sementes se desenvolvam bem. A sugestão é realizar uma leve gradagem antes da semeadura.

Caso o solo esteja com boas condições para a semeadura direta, deve ser feita a dessecação com herbicidas pós-emergentes ou caso não tenha plantas daninhas o uso de herbicida pré-emergente pode ser uma boa estratégia.

O solo deve ter um bom teor de umidade, para que as sementes consigam germinar.

A quantidade de sementes por hectare recomendada é pequena. Sugerimos adicionar de 4 a 5 vezes o peso de sementes indicado, com calcário, fertilizantes fosfatados (super fosfato simples) ou até mesmo areia grossa. Tal adição melhora o volume para ter uma melhor distribuição das sementes no plantio.

Exemplo, se a quantidade de semente para a parcela *Crotalaria spectabilis* for 200 gramas, a sugestão é adicionar 1.000 gramas de areia ou calcário ou superfosfato simples e fazer uma boa homogeneização antes de proceder o plantio.

A semeadura pode ser feita com plantadeira do tipo matraca, a lanço, cobrindo as sementes com a grade niveladora mais fechada ou se manual, usando um rastelo, ou realizando pequenos e rasos sulcos no solo adicionando as sementes e cobrindo.

Para as sementes menores, a profundidade de plantio deverá ser de 1 a 2 cm no máximo.

3.4. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o manejo

É necessário que as plantas de cobertura ocupem um tempo suficiente para a formação da palhada e antes da produção de sementes. Em função disso, recomenda-se que as plantas de cobertura fiquem na área até o período de florescimento, momento onde será feito o manejo da parte aérea, para que haja a cobertura do solo.

3.5. Como manejar as plantas de cobertura

O manejo pode ser realizado com foice, roçadoras manuais (popularmente conhecidas como “maquininhas”, (Foto 5), roçadoras tratorizadas, correntões, tocos, rolo-faca, entre outros (pode se usar grade regulada com os discos retos, sem aprofundar muito os discos).

Algumas espécies podem rebrotar, sendo necessário novo manejo, até mesmo com o uso de herbicidas recomendados para a cultura principal ou para dessecação, tendo o cuidado na recomendação em obedecer toda a legislação pertinente sobre o uso de agrotóxicos, sempre com receituário agrônômico.



Foto 5 - Manejo das plantas de cobertura com roçadeira costal

<http://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Plantas-de-Cobertura-%E2%80%93-Manual-T%C3%A9cnico.pdf>

3.6. Manejo das plantas de cobertura com herbicida

O manejo técnico das plantas de cobertura é fundamental para o sucesso desta metodologia, porém ainda observamos que alguns agricultores perdem o momento ideal de manejar estas espécies, o que pode resultar na produção de sementes, vindo a formar banco de sementes e posteriormente surgir novas plantas, inclusive em épocas inadequadas, ou seja, em momentos em que esteja acontecendo o cultivo competindo por nutrientes e água com cultura comercial,

Outro ponto importante a se atentar é que algumas espécies, quando mal manejadas, podem rebrotar, assim podendo ser indesejada em determinados momentos em relação à cultura comercial.

Neste sentido, cabe ressaltar que não temos herbicidas com registros para uso de controle para as espécies de cobertura, inclusive algumas destas plan-

tas apresentam na prática uma tolerância a alguns princípios ativos, assim, fica claro que o momento ideal de manejo deve ser respeitado.

Caso seja necessário o uso de herbicidas, o profissional deve atentar à legislação sobre uso de agrotóxicos, nos aspectos para a cultura comercial consorciada, ou para a que será implantada, nos aspectos de residual e registro do herbicida para a cultura.

3.7. Plantio da cultura principal na palha

Após o manejo das plantas de cobertura, seja com rolo faca, roçadeira ou pela dessecação, ficará sobre o solo uma camada de palha. Assim, quando for realizar a semeadura da cultura comercial é imprescindível que aconteça a operação de deslocamento da palhada, permitindo que a semente seja depositada no solo e coberta com uma leve camada de solo, para que ocorra uma boa germinação. Para a operação de adubação de semeadura, deve-se empregar semeadoras específicas, as quais irão fazer esta operação de depositar os fertilizantes próximo às sementes.

3.8. Adubação de cobertura

Para a adubação de cobertura nas culturas comerciais, a aplicação de fertilizantes sobre a palhada, pode acentuar as perdas principalmente do elemento nitrogênio, por volatilização, assim o mais indicado seria a aplicação deste nutriente diretamente ao solo, até mesmo enterrando o mesmo.

A palhada das plantas de cobertura, apresentam uma relação C/N bastante variada, algumas acima de 30/1 como é o caso das biomassas das gramíneas. Neste caso, durante o processo de decomposição da palhada, pode acontecer o uso do N do sistema, o que muitas vezes pode até apresentar um amarelamento das plantas comerciais em rápidos momentos do ciclo da cultura. Visando minimizar este efeito, a aplicação suplementar de N no sistema, para ajudar no equilíbrio desta decomposição pode ser uma opção interessante.

Uma outra estratégia interessante é a adoção de mix de plantas de cobertura, utilizando nesta composição plantas da família Fabaceae,, pois além de melhorar a fixação de N no sistema, aumenta a biodiversidade de espécies e melhora a relação C/N das palhadas.

Portanto a avaliação visual da parte aérea da planta e do seu desenvolvimento e análise de solo são fundamentais para que seja feita a adubação nitrogenada, quando necessária.

3.9. Considerações finais

O manejo de plantas de cobertura no sistema plantio direto é um alicerce fundamental, onde estas plantas atuam nos 3 princípios básicos. Se pensarmos que o SPD foi introduzido no Brasil visando principalmente o controle da erosão, o mesmo permitiu inúmeros benefícios como supressão de plantas daninhas, melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, além de promover benefícios na proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva ou água de irrigação, melhora a agregação do solo, reduz a amplitude térmica do solo, sendo uma alternativa de manejo sustentável e viável a ser adotada. Cabe destacar que tal prática requer conhecimentos técnicos para indicação da melhor espécie ou mix, época adequada de semeadura, população de plantas, e manejo.

Os ganhos obtidos são extremamente relevantes para os solos, águas e principalmente para os produtores que passam a produzir de forma mais sustentável, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa, minimizando os riscos do uso de agroquímicos e reduzindo custos.

4. PLANTAS DE COBERTURA E PLANTIO DIRETO EM CULTURAS PERENES (CAFÉ E FRUTICULTURA)

Durante muitos anos, os sistemas de produção de culturas perenes como é o caso do café e dos pomares, foram tradicionalmente recomendados para que fosse mantido sem a presença de plantas daninhas ou até mesmo espécies diferentes à cultura comercial.

Com o passar do tempo, a ciência realizou pesquisas avaliando os efeitos da cobertura do solo, e assim obtiveram dados substanciais, mostrando que a proteção do solo pode acarretar alguns benefícios. Porém o seu emprego, requer cuidados técnicos, como distância das plantas de cobertura da planta comercial, época de manejo, espécies adaptáveis e épocas corretas deste consórcio.

Hoje, a agricultura vem sofrendo com os efeitos das adversidades climáticas, como irregularidades na distribuição das precipitações pluviométricas, veranicos, temperaturas acima da média em alguns momentos do ano. Este manejo então, além de contribuir com o solo, também resulta em uma melhor resiliência das culturas a estas variações climáticas.

4.1. Manejo em lavouras recém instaladas

Para lavouras de café ou pomares em implantação, recomenda-se que seja realizado um bom preparo do solo, visando corrigir todos os fatores compro-

metedores no estabelecimento e desenvolvimento da cultura, entre eles as correções da acidez, adubação corretiva e rompimento de camadas de impedimento, além da melhoria dos teores de micronutrientes. Pelo modelo de cultura, na cafeicultura é sempre trabalhado com maior intensidade as melhorias no sulco de plantio e em pomares as covas, mas não podemos deixar de atentar para um bom preparo e correção do solo como um todo na lavoura.

Após estas correções, sugerimos que sejam realizados os manejos de conservação de solo e água, neste caso o uso de plantas de cobertura é um dos métodos mais utilizados.

Observar as espécies de plantas que surgem naturalmente no solo e procurar selecionar plantas de cobertura com as mesmas características. Ex: predominância de gramíneas, utilizar plantas de cobertura como o milheto, milho, aveia, centeio, etc.

Pode se utilizar *Crotalaria spectabilis*, guandu, milheto, trigo mourisco, nabo forrageiro, *Brachiaria ruziziensis*, mix de sementes e outras espécies, nas entrelinhas do cafeeiro ou pomares. No caso da cultura do café, respeitando pelo menos 50 cm distante aos ramos plagiotrópicos do cafeeiro “saia do café”, para que não ocorra a mato competição. Já no caso de pomares, se for culturas cultivadas em forma de renque também pode se adotar esta mesma distância. Por outro lado, no caso de pomares com espaçamentos mais longos como 3 m x 5 m ou 5 m x 5 m ou até maiores, recomenda-se que não tenham plantas de cobertura vegetando abaixo da copa das frutíferas. Vale o cuidado, pois como as lavouras comerciais vão se desenvolvendo, suas copas vão aumentando, assim a distância entre as plantas de cobertura e a cultura comercial deve ser periodicamente avaliada e manejada visando a não competição.

Após semeadura, aguardar a germinação, estabelecimento e desenvolvimento das espécies. Quando as mesmas atingirem o seu estágio de florescimento elas devem ser manejadas com roçada, rolagem ou dessecação.

Os benefícios deste manejo vão além da construção de um solo mais saudável, produtivo e fértil, podendo trazer também ganhos para a cultura como a atração de inimigos naturais e quebra-vento entre outros.

4.2. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o manejo

É necessário que as plantas de cobertura ocupem um tempo suficiente para a formação da palhada e antes da produção de sementes. Em função disso, recomenda-se que as plantas de cobertura fiquem na área até o período de florescimento, momento no qual será feito o manejo da parte aérea, para que haja a cobertura do solo.

4.3. Como manejar as plantas de cobertura

O manejo pode ser realizado com foice, roçadoras manuais (popularmente conhecidas como maquininhas), roçadoras tratorizadas, correntões, tocos, rolo-faca, entre outros.

Algumas espécies podem rebrotar, sendo necessário novo manejo, até mesmo em alguns casos o uso de herbicidas.

4.4. Manejo das plantas de cobertura com herbicida

No caso do uso de herbicidas, é fundamental que seja feita toda a recomendação agrônômica para o agricultor, em relação à legislação sobre uso de agrotóxicos, bem como a utilização de EPIs.

Outro fator importante é a calibração do pulverizador, obedecendo à dosagem da calda por hectare, de acordo com a recomendação do fabricante existente na bula do produto.

No caso do uso de herbicidas pós-emergentes, recomendados para o café ou fruteiras, dependendo da época de aplicação é necessário o uso do chapéu de napoleão no caso de pulverizadores costais ou outras ferramentas de proteção caso sejam utilizados outros tipos de pulverizador, para que a aplicação seja direcionada.

Para maior eficiência do herbicida em relação à interrupção do crescimento da planta de cobertura faz-se necessário o uso de herbicida de ação total ou específico para cada planta de cobertura.

4.5. Manejo para lavouras em produção

Para a cultura do cafeeiro e pomares já instalados, inclusive em produção, o cultivo de plantas de cobertura, tem como objetivos principais a melhoria do sistema de produção, seja ele a produção de palhada, cobertura do solo, produção de raízes que irão atuar nos bioporos do solo, descompactação e estruturação do solo, melhoria na dinâmica da água no solo, supressão de plantas daninhas e ativação da biologia do solo.

Nesta condição, recomenda-se um manejo no solo “gradagem leve”, visando o acondicionamento destas sementes no solo, proporcionando a sua germinação e estabelecimento (Foto 6). A semeadura com uso de plantadeira manual, ou mesmo o acondicionamento das sementes em sulcos feitos com enxadas são opções.



Foto 6 - Solo preparado com gradagem leve para sementeira das plantas de cobertura

Como a quantidade indicada de sementes por hectare, e o tamanho das sementes é pequeno, sugere-se adicionar de 3 a 5 vezes sem peso em calcário, fosfato, gesso ou até mesmo areia grossa, visando uma maior facilidade na plantabilidade.

Após a sementeira, germinação, desenvolvimento da cultura de cobertura, manejar visando manter a distância de segurança da cultura comercial, e quando as mesmas atingirem o florescimento recomenda-se que seja feito o manejo, evitando assim a produção de sementes, que pode vir a se depositar na lavoura, gerando um banco de sementes o que dificulta o manejo posteriormente.

4.6. Manejo para lavouras podadas

Para lavouras cafeeiras ou pomares em momentos de podas de renovação, a redução da copa das plantas, aumenta a exposição do solo aos efeitos da erosão, mas por outro lado promove uma maior incidência luminosa no solo, o que é interessante para o estímulo da germinação das sementes e desenvolvimento das plantas de cobertura.

Neste momento uma das opções de manejo que podem ser empregadas, visando a melhoria do sistema, como a bio descompactação do solo, com uso de plantas de cobertura que tem sistema radicular pivotante e mais agressivo, como é o caso do guandu, ou o uso de espécies de rápido crescimento como a *Brachiaria ruziziensis*, crotalárias, milheto, promovendo a proteção do solo, a supressão de espécies invasoras.

Este consórcio também deve ser adotado com todo cuidado em relação à distância de segurança das plantas comerciais, as quais estarão se formando novamente, e também por estarem mais sensíveis a sua renovação inicial, pois a operação de poda também promove uma redução do sistema radicular das árvores, pelo ajuste fisiológico e morfológico destas plantas.

Após o estabelecimento destas plantas de cobertura, recomenda-se que as mesmas sejam manejadas no seu pleno florescimento.

Algumas espécies de cobertura (*crotalaria juncea* e *ochroleuca*) apresentam porte alto, assim devemos analisar tecnicamente quantas linhas ou qual a densidade destas espécies devem ser instaladas no consórcio, ou até mesmo se o porte destas plantas, não podem vir a acarretar o sombreamento prejudicial na cultura comercial.

O recomendado é fazer 3 ou mais linhas de plantas de cobertura nas entrelinhas do cafeeiro, sempre respeitando 50cm de distância livre das plantas de cobertura do ramo plagiotrópico do cafeeiro (Foto 7).



Foto 7 - Distância de 50 cm da linha de plantio das plantas de cobertura da linha de café ou fruteiras

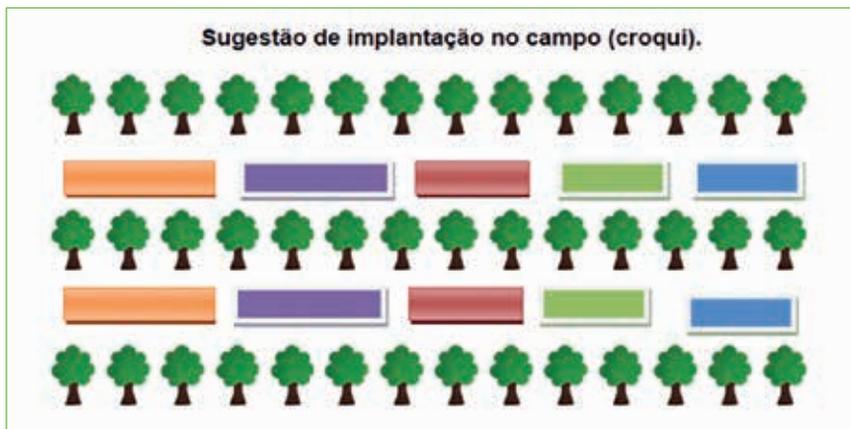


Figura 1 - Quadrados coloridos indicam o cultivo das espécies de coberturas, nas 2 entrelinhas, para promover efeitos na rua de café ou fruteiras central. Cada cor uma espécie.

4.7. Considerações finais

Para o manejo consorciado de plantas de cobertura com café e pomares, inúmeros são os benefícios apontados pela pesquisa, assim como são os trabalhos também que apontam prejuízos, principalmente quando o pesquisador não levou em consideração a distância de segurança entre as plantas do consórcio, o uso das espécies adequadas e o momento ideal de manejo.

Quando adotado com orientação técnica, pode promover melhoria nos atributos físicos do solo (redução e prevenção da erosão, melhoria da infiltração e armazenamento de água no solo, melhor estruturação do solo, descompactação, etc), químicos (ciclagem de nutrientes, incremento de matéria orgânica) biológicos (atividade biológica do solo, bioporosidade), supressão de plantas daninhas, efeitos alelopáticos, atração de inimigos naturais, condicionando assim um sistema de produção mais sustentável.

5. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH)

5.1. Avaliação do nível de compactação do solo

É pertinente que antes que seja feita a semeadura da planta de cobertura, seja verificada se há camadas de compactação no solo. A avaliação de compactação poderá ser feita com o uso de penetrômetros (Foto 8) ou caso não haja dispo-

nibilidade do equipamento por meio do uso de um vergalhão de $\frac{3}{8}$ de espessura fazendo a calibração do mesmo, por meio do corte de uma trincheira na área e verificação com a ponta de uma lâmina, onde há a camada compactada.



Foto 8 - Avaliação de compactação com penetrômetro digital

Após esta avaliação, fazer o uso do penetrômetro empírico e medir a profundidade onde foi verificada a camada compactada. Fazer o procedimento em todo o talhão em pelo menos 20 pontos e anotar a profundidade da camada compactada.

Após a avaliação do solo em relação a compactação, caso isto ocorra, é necessário fazer o uso de subsolador ou escarificadores para quebra da camada compactada.

5.2. Correção do solo

Antes do estabelecimento da planta de cobertura é necessária que a correção do solo seja feita. Esta correção deverá ocorrer de acordo com as exigências das hortaliças que serão cultivadas, após as plantas de cobertura.

5.3. Semeadura

Para o sucesso da implantação deste manejo é fundamental que seja feito um bom preparo do solo, para que as sementes consigam se desenvolver bem.

Sugestão é realizar uma leve gradagem antes da semeadura.

Caso o solo esteja com boas condições para a semeadura direta, deve ser feita a dessecação com herbicidas pós- emergentes ou caso não tenha plantas daninhas o uso de herbicida pré-emergente pode ser uma boa estratégia.

O solo deve ter um bom teor de umidade, para que as sementes consigam germinar.

A quantidade de sementes por hectare recomendada é pequena. Sugerimos adicionar de 4 a 5 vezes o peso de sementes indicado, com calcário, fertilizantes fosfatados (super fosfato simples) ou até mesmo areia grossa. Tal adição melhora o volume para ter uma melhor distribuição das sementes no plantio.

A semeadura pode ser feita com plantadeira do tipo matraca, a lança, cobrindo as sementes com a grade niveladora mais fechada ou se manual usando um rastelo, ou realizando pequenos e rasos sulcos no solo adicionando as sementes e cobrindo.

Para as sementes menores, a profundidade de plantio deverá ser de 1 a 2 cm no máximo.

5.4. Duração do desenvolvimento das plantas de cobertura para o SPDH

Como a dinâmica de produção de hortaliças é intensiva, é necessário que as plantas de cobertura ocupem um tempo menor no espaço de produção. Em função disso, recomenda-se que as plantas de cobertura fiquem na área entre 50 e 55 dias após a semeadura, período onde será feito o manejo da parte aérea, para que haja a cobertura do solo.

5.5. Como manejar as plantas de cobertura

O manejo pode ser realizado com foice, roçadeiras manuais, roçadeiras tratorizadas, trituradores, correntões, tocos, rolo-faca, entre outros (Foto 9a e 9b).

No caso da opção pelo acamamento das plantas, o mesmo poderá ser feito com o uso de pneus, troncos, tambores ou correntes (Foto 10).



Foto 9a e 9b - Manejo das plantas de cobertura roçadeira tratorizada (foto Nuno Madeira)



Foto 10 - Acamamento da palhada de milho com o uso de tração animal (foto Nuno Madeira)

5.6. Manejo das plantas de cobertura com herbicida em hortaliças

Em relação ao uso de herbicidas, é fundamental que seja feita toda a recomendação para o agricultor, de acordo com a legislação sobre uso de agrotóxicos, bem como o uso de EPIs.

Outro fator importante é a calibração do pulverizador, obedecendo à dosagem da calda por hectare, em conformidade com a recomendação do fabricante, existente na bula do produto.

O uso do herbicida poderá ser recomendado para as plantas de cobertura que têm a possibilidade de rebrotar, após ser feito o acamamento, como no caso do milho. Então é necessário que sejam utilizados princípios ativos que não deixem residual e que não causem fitotoxidez na hortaliça a ser cultivada.

A intenção do uso de herbicidas nas plantas de cobertura é de dessecar a planta sem danificar excessivamente as células da parte aérea, proporcionando assim uma longevidade maior à palhada. Para tanto, as dosagens por hectare deverão ser menores e de acordo com a recomendação do fabricante para esta finalidade (Fotos 11 e 12).



Foto 11 - Acamamento do milho e uso de herbicida
(foto Nuno Madeira)



Foto 12 - Manejo de plantas de cobertura em canteiros e plantio da alface
(foto Nuno Madeira)

5.7. Manejo das plantas de cobertura com o uso do plástico (solarização) em hortaliças

O uso do plástico para dessecação da planta de cobertura, é uma técnica indicada pelo pesquisador da Embrapa Hortaliças Nuno Madeira e será recomendada para as plantas de cobertura que têm a possibilidade de rebrota, após ser feito o acamamento. Poderão ser utilizados plásticos pretos ou transparentes. O plástico deverá ser espalhado em cima da área com a palhada e nas laterais deverá ser colocado a cada 2 metros um peso, que poderá ser de sacos com terra de 20 kg. O objetivo é evitar a retirada pelo vento e proporcionar a menor ventilação possível na área onde está ocorrendo a solarização. Após 7 a 10 dias, quando for observado que a plantas estão totalmente dessecadas, com a coloração amarela/palha, o plástico deverá ser retirado e o terreno estará pronto para o cultivo.

5.8. Mudas de hortaliças para o SPDH (Sistema de Plantio Direto de Hortaliças)

Para que as plantas cultivadas na palha tenham o seu desenvolvimento mais vigoroso é importante que o sistema radicular esteja bem desenvolvido. Neste caso, a utilização de mudas maiores (mudão) é uma prática que já está sendo preconizada para o uso na palha.

A maioria das mudas produzidas em bandeja para o sistema convencional, tem o seu desenvolvimento em bandejas de 200 células, e são transplantadas quando as plantas têm de 4 a 5 folhas definitivas. O mudão é feito em bandejas de 128 células, podendo ser transplantado quando as mudas tiverem de 6 a 7 folhas definitivas.

5.9. Plantio das hortaliças na palha

Após o manejo das plantas de cobertura, a área estará apta a receber as mudas ou material propagativo das hortaliças.

No caso do plantio convencional, quando for necessária a aplicação de fertilizante químico no plantio, deverá ser feita a abertura na palhada de covas ou linhas de plantio (Foto 15), procedendo a adubação por metro na linha ou na cova, no espaçamento da cultura, fazendo a incorporação do adubo químico. Caso o solo já esteja com o nível adequado de nutrientes, com o auxílio de um gabarito fazer a marcação das covas no espaçamento indicado para cada hortaliça (Foto 13, 14a, 14b).



Foto 13 - Plantio fazendo a marcação das covas com gabarito



Foto 14a e 14b - Plantio na palha com preparo das covas



Foto 15 - Preparo da linha de plantio e adubação, com o uso de implemento adaptado
(foto Nuno Madeira)

5.10. Adubação de cobertura em hortaliças no SPDH

Como a palhada das plantas de cobertura, possui uma relação C/N entre 30 a 40/1, é necessário que haja um aporte maior de nitrogênio no sistema para que haja o equilíbrio desta relação e não ocorra a competição pelo N com a planta cultivada, quando se compara com sistema de cultivo convencional. O aporte para o SPDH poderá ser 20 a 30% maior que o sistema convencional. A utilização no mix de sementes com as fabáceas, compensa em parte este déficit de N pela fixação deste elemento por este grupo de plantas.

Portanto a avaliação visual da parte aérea da planta e do seu desenvolvimento, é fundamental para que seja feita esta adubação nitrogenada, quando necessária.

5.11. Considerações finais

O cultivo na palha, garante uma série de benefícios para a planta, como regulação térmica, redução da evapotranspiração mantendo a água na área por mais tempo, melhoria da estrutura do solo, por meio da interação dos microrganismos, formação de agregados, descompactação do solo em profundidade, auxílio no manejo de plantas daninhas e melhoria no controle de pragas e doenças.

No caso do SPDH, poderá ser feito o revolvimento do solo, à medida que for necessário, como na correção do solo com calcário ou quebra de camadas de compactação que porventura surjam.

Diante destas vantagens é necessário que o técnico, juntamente com o agricultor, avalie todos aspectos positivos no sistema de produção, para que haja a possibilidade de adoção desta tecnologia. O Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH) é um processo que exige planejamento do agricultor, então o extensionista tem um papel fundamental nas ações voltadas para a adoção desta prática.

6. USO DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DE SOLOS COMPACTADOS E NO CONTROLE DA EROSÃO

Todos os solos cultivados estão sujeitos a um aumento da densidade, resultante de fenômenos como compactação causada pelo pisoteio animal e movimentação de máquinas e implementos agrícolas. Esse aumento da densidade pode ter impactos negativos no desenvolvimento do sistema radicular

das plantas, na taxa de infiltração da água no solo, no escoamento superficial da água e na retenção de água nas depressões do terreno (Fotos 16a e 16b). O uso de plantas com propriedades condicionadoras de solo pode atenuar os efeitos adversos da compactação do solo (CARVALHO & AMABILE, 2006). Além disso, a compactação do solo compromete a porosidade e a estrutura do solo, reduzindo a aeração e disponibilidade de nutrientes para as plantas, afetando o desenvolvimento (Foto 17) e a produtividade das culturas e aumentando a vulnerabilidade do solo à erosão.



Foto 16a e 16b. Escoamento superficial de água de chuva em solo compactado. Área utilizada para o cultivo de grãos.



Foto 17. Cultivo de milho em área sob compactação induzida.

O solo compactado é caracterizado pela redução do volume de poros e consequente aumento na densidade do solo, resultando em uma diminuição na infiltração de água, aeração e penetração das raízes das plantas (Embrapa, 2004). Esse processo pode ser natural ou causado por atividades humanas. Autores como Horn et al. (2019) definem solo compactado como aquele no qual há uma perda significativa de espaços vazios entre as partículas do solo, reduzindo sua capacidade de retenção de água e nutrientes. Esse processo causa uma diminuição do volume de solo e, conseqüentemente, aumento na densidade do mesmo, conforme ilustrado na figura 02.

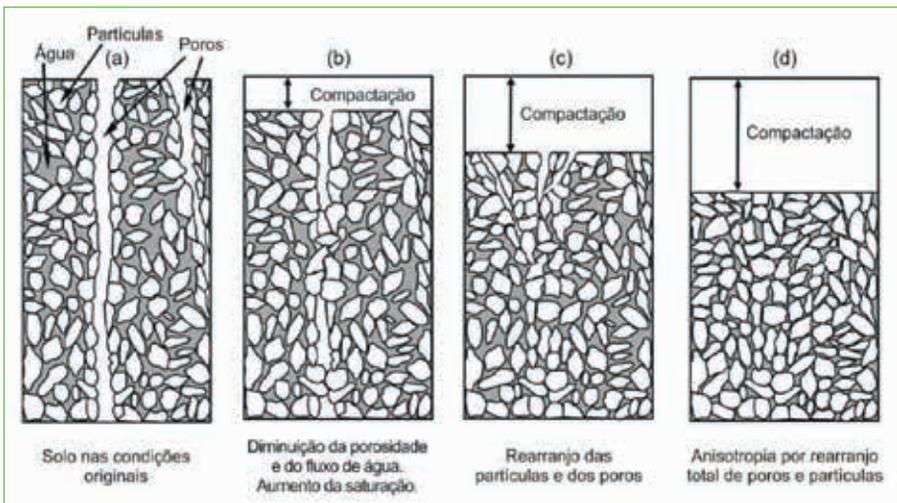


Figura 2 - Esquema representativo do solo e suas frações sob diferentes condições de compactação (Fonte: Horn, 2003).

Já o solo erodido é aquele que sofreu perda de sua camada superficial devido à ação do vento, da água ou de outras forças naturais ou antrópicas. Segundo Lal (1995), a erosão do solo é um processo natural que pode ser agravado por práticas inadequadas de manejo do solo, como o desmatamento ou o cultivo em declives íngremes. Autores como Montgomery (2007) destacam que a erosão do solo pode resultar na perda irreversível de nutrientes e na degradação da fertilidade do solo, afetando negativamente a produtividade agrícola. A erosão pela água é fundamentalmente um processo de três etapas: separação, transporte e deposição (FIGURA 03).

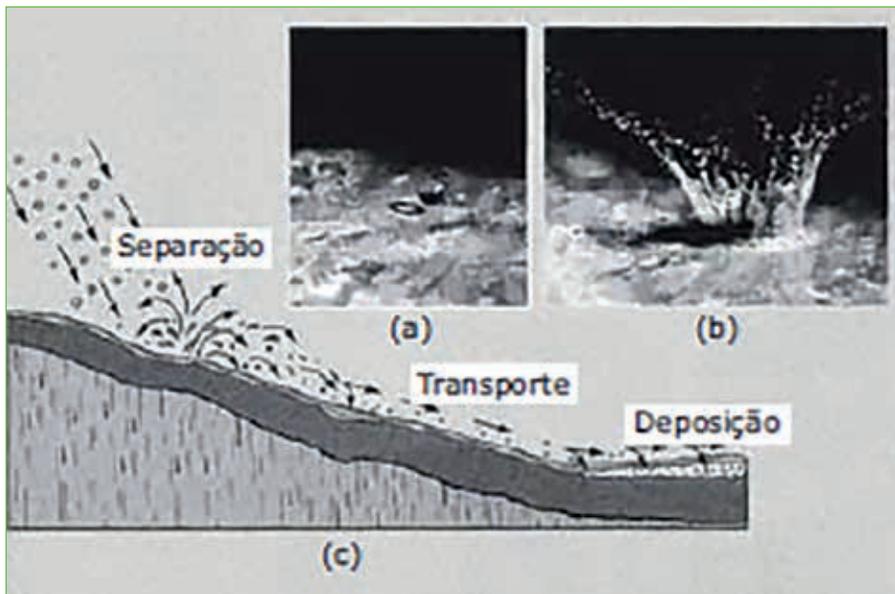


Figura 3. Esquema representativo do processo de erosão hídrica do solo (Fonte: Clark, et al., 1985. Adaptado).

Para mitigar os efeitos da compactação do solo, é fundamental adotar práticas conservacionistas, como o plantio direto, a rotação de culturas, o cultivo mínimo e o uso de plantas de cobertura. Essas práticas ajudam a reduzir a compactação do solo, preservar sua estrutura e promover a recuperação da sua fertilidade e saúde.

As plantas de cobertura, cultivadas durante períodos de entressafra ou nas entrelinhas das culturas principais, contribuem para a melhoria da estrutura do solo e a redução da compactação. Por meio de seus sistemas radiculares profundos e vigorosos, essas plantas promovem a formação e a estabilidade dos agregados do solo, aumentando a porosidade e a infiltração de água (SILVA et al., 2020). Além disso, as raízes das plantas de cobertura exercem uma ação bioturbadora, rompendo camadas compactadas e facilitando a penetração de raízes das culturas principais.

Um exemplo prático da contribuição das plantas de cobertura no manejo da compactação pode ser observado em sistemas de plantio direto. Nesses sistemas, o cultivo de plantas de cobertura na safra de inverno, como o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) ou a aveia preta (*Avena strigosa*), seguido pelo plantio direto da cultura principal na safra de verão, tem se mostrado eficaz na redução da compactação do solo e no aumento da produtividade das culturas.

Além disso, as plantas de cobertura também desempenham um papel importante no controle da erosão do solo. Segundo Santos et al. (2028), suas raízes atuam como barreiras físicas, impedindo o arraste do solo pela água da chuva e pelo vento. Em áreas suscetíveis à erosão, como encostas e terrenos inclinados, o cultivo de plantas de cobertura permanente pode ajudar a estabilizar o solo e reduzir a perda de nutrientes e matéria orgânica. A cobertura vegetal proporcionada pelas plantas de cobertura corrobora para reduzir a erosão do solo, protegendo-o da ação da chuva e do vento, melhorando a resiliência do sistema agrícola às condições climáticas adversas.

Oliveira et al. (2019) destacam a importância do manejo integrado de solos compactados com ênfase no uso de plantas de cobertura. Segundo os autores, essa prática é essencial para garantir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e promover a saúde do solo.

Para garantir o sucesso do uso de plantas de cobertura no manejo da compactação e controle de erosão, é essencial considerar fatores como a escolha adequada das espécies de plantas de cobertura, época de semeadura, manejo da cobertura vegetal e rotação de culturas. Além disso, é importante monitorar regularmente a qualidade do solo e avaliar os impactos das práticas de manejo adotadas.

6.1. Táticas seletivas na escolha estratégica de plantas de cobertura para o manejo de solo compactado e controle de erosão

A escolha criteriosa de plantas de cobertura desempenha um papel fundamental no manejo sustentável dos solos agrícolas, especialmente no que diz respeito ao controle da erosão e à descompactação do solo. A utilização de plantas de cobertura adequadas pode oferecer uma série de benefícios, desde a proteção física do solo até a melhoria de suas propriedades físicas e biológicas. No contexto do controle de erosão, as plantas de cobertura atuam como uma barreira física, reduzindo o impacto das gotas de chuva, minimizando a erosão hídrica e eólica, e preservando a estrutura do solo. Além disso, certas espécies de plantas de cobertura são capazes de penetrar e romper camadas compactadas do solo, promovendo sua descompactação e melhorando a infiltração de água e aeração do solo. A seleção adequada de plantas de cobertura, levando em consideração suas características morfológicas, fisiológicas e de crescimento, é essencial para alcançar esses objetivos de manejo do solo de forma eficaz e sustentável (CRUZ et al., 2019; ZANELA et al., 2020).

Ao selecionar uma planta para ser utilizada como condicionadora de solo

em agroecossistemas, seja como adubo verde ou como planta de cobertura para uma finalidade específica, é importante levar em consideração as seguintes características agronômicas, conforme descrito por Pereira et al. (1992):

- Capacidade de produzir uma grande quantidade de biomassa e sementes;
- Ciclo de crescimento compatível com o sistema de produção;
- Facilidade na produção e colheita de sementes;
- Tolerância a pragas e doenças;
- Desenvolvimento de raízes profundas;
- Tolerância ao alumínio tóxico;
- Eficiência na extração de nutrientes do solo;
- Capacidade de absorver nutrientes atmosféricos de forma simbiótica e eficaz;
- Tolerância à seca;
- Eficácia no controle de plantas invasoras e nematoides;
- Contribuição significativa para o aumento do rendimento das culturas subsequentes.

Com relação à descompactação do solo, é crucial considerar características específicas que favoreçam a penetração das raízes e a quebra das camadas compactadas. Espécies com sistemas radiculares profundos e vigorosos são preferíveis, pois conseguem alcançar e romper as camadas compactadas do solo. Além disso, é importante escolher plantas que tenham uma taxa de crescimento radicular elevada e que sejam capazes de produzir biomassa significativa, pois isso contribui para a formação de canais radiculares e melhoria da estrutura do solo. Um exemplo de planta de cobertura adequada para descompactação do solo é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Esta espécie possui um sistema radicular pivotante e penetrante, capaz de romper camadas compactadas do solo e melhorar sua estrutura física (SILVA et al., 2021).

Para o controle de erosão, as plantas de cobertura devem ter características que proporcionem uma cobertura eficaz do solo, reduzindo a exposição à ação da água e do vento. Espécies com crescimento rápido e denso, que formem uma cobertura vegetal contínua, são preferíveis. Além disso, é

importante considerar a resistência das plantas à erosão e sua capacidade de enraizamento superficial para fixação do solo. Segundo Santos et al. (2020), um exemplo de planta de cobertura amplamente utilizada para controle de erosão é a aveia-preta (*Avena strigosa*). Essa espécie forma uma cobertura densa e rápida do solo, reduzindo significativamente o impacto das gotas de chuva e minimizando a erosão.

Considerando um manejo integrado, visando controle de erosão e descompactação do solo, é necessário selecionar plantas de cobertura que atendam aos critérios mencionados anteriormente para cada objetivo, além de terem compatibilidade em seu cultivo conjunto. Espécies com características radiculares profundas e densas, associadas a um rápido crescimento foliar, são ideais para essa finalidade. Um exemplo de planta de cobertura que se encaixa nesse perfil é o feijão-guandu (*Cajanus cajan*). Para Alves et al. (2022), esta leguminosa apresenta um sistema radicular profundo e uma rápida produção de biomassa acima do solo, contribuindo para a descompactação do solo e controle da erosão simultaneamente.

Independentemente da finalidade específica para a qual são selecionadas, o uso de plantas de cobertura representa uma prática agrícola altamente benéfica e sustentável. Essas plantas desempenham um papel fundamental na proteção e melhoria da qualidade do solo, na conservação da água e na promoção da biodiversidade nos sistemas de produção agrícola. Ao reduzir a erosão, melhorar a estrutura do solo e suprimir plantas infestantes, as plantas de cobertura contribuem para a sustentabilidade agrônômica, promovendo condições favoráveis para o crescimento das culturas principais e aumentando a resiliência do sistema agrícola a condições adversas. Além disso, ao aumentar a matéria orgânica do solo e promover a ciclagem de nutrientes, as plantas de cobertura também desempenham um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas e na redução da pegada ambiental da agricultura. Portanto, o uso de plantas de cobertura é amplamente recomendado tanto do ponto de vista agrônômico quanto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade e a resiliência dos sistemas de produção agrícola.

6.2. Plantas de cobertura: uso para redução da compactação e erosão do solo

Descubra como as plantas de cobertura se tornam aliadas indispensáveis na batalha contra a compactação do solo e a erosão. Neste capítulo, exploraremos o papel essencial dessas plantas como verdadeiras guardiãs da saúde do solo, revelando suas estratégias inteligentes para desafiar a compactação

e proteger o solo contra os efeitos erosivos do ambiente. Prepare-se para uma jornada pelos benefícios multifacetados das plantas de cobertura e sua contribuição vital para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Segundo SILVA et al. (2021), as plantas de cobertura desempenham um papel fundamental na melhoria do potencial produtivo do solo. Ao cobrir a superfície do solo, essas plantas ajudam a reduzir a exposição direta às condições climáticas adversas, como a ação direta da chuva e do vento, minimizando assim o processo erosivo e protegendo a camada superficial do solo, o que pode ser observado na foto 18.



Foto 18. Cobertura do solo (viva e morta) na entressafra, em área cultivada com grãos em sistema de plantio direto.

Além disso, de acordo com Santos et al. (2020), as plantas de cobertura contribuem significativamente para a proteção do solo e da água. Suas raízes formam uma rede fibrosa que ajuda a estabilizar o solo, reduzindo o risco de erosão e a perda de nutrientes por lixiviação. Essa cobertura vegetal também ajuda a manter a umidade do solo, reduzindo a evaporação e, conseqüentemente, promovendo uma maior disponibilidade de água para as plantas cultivadas.

Outro benefício importante das plantas de cobertura é o controle eficaz da erosão, como afirmado por Alves et al. (2022). Essas plantas atuam como uma barreira física, interceptando e dissipando a energia das gotas de chuva e reduzindo a velocidade do escoamento superficial, minimizando assim a erosão hídrica. Além disso, suas raízes contribuem para a estabilização do solo, prevenindo o seu deslocamento e a formação de sulcos e voçorocas.

Ao promover a ciclagem de nutrientes e a melhoria da estrutura do solo, as plantas de cobertura também contribuem para a redução da compactação do solo (Ferreira et al., 2023). O sistema radicular dessas plantas ajuda a quebrar camadas compactadas, melhorando a infiltração de água e aeração do solo, e promovendo assim condições mais favoráveis para o desenvolvimento das culturas principais.

As plantas de cobertura também desempenham um papel crucial no controle de plantas infestantes, como destacado por Oliveira et al. (2021). Ao formarem uma cobertura densa e competirem por recursos como luz, água e nutrientes, essas plantas suprimem o crescimento de plantas daninhas, reduzindo assim a necessidade de uso de herbicidas e promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis.

Quando se trata de leguminosas, como observado por Almeida et al. (2020), as plantas de cobertura têm a capacidade adicional de fixar nitrogênio atmosférico. Por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (Fotos 19a e 19b), essas plantas são capazes de converter o nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas, aumentando assim a disponibilidade desse importante nutriente no solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados.



Foto 19a e 19b- . Simbiose entre bactérias do gênero *Rhizobium* e raízes de soja.

Além disso, conforme ressaltado por Rodrigues et al. (2022), as plantas de cobertura desempenham um papel fundamental no aumento do estoque de CO₂ no solo. Por meio do processo de fotossíntese, as plantas capturam CO₂ da atmosfera e o incorporam em matéria orgânica que é posteriormente depositada no solo. Esse processo contribui para a mitigação das mudanças climáticas, promovendo o sequestro de carbono e melhorando a qualidade do solo ao aumentar sua matéria orgânica.

Portanto, ao considerar os diversos benefícios das plantas de cobertura, torna-se evidente que essas plantas desempenham um papel vital na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Seja protegendo o solo contra a compactação e a erosão, promovendo a ciclagem de nutrientes e a fixação de nitrogênio, ou contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, as plantas de cobertura emergem como verdadeiras engrenagens vitais na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e resilientes. Ao integrar o cultivo de plantas de cobertura em sistemas de produção agrícola, os agricultores podem não apenas melhorar a saúde do solo e aumentar a produtividade das culturas, mas também contribuir para a preservação do meio ambiente e o bem-estar das gerações futuras.

6.3. Considerações finais

O manejo de solo compactado é uma questão crucial para agricultores que buscam otimizar a produtividade e garantir a sustentabilidade de suas práticas agrícolas. A implementação de estratégias como rotação de culturas, cobertura vegetal e práticas de agricultura conservacionista pode ajudar a reverter os efeitos da compactação do solo, promovendo solos saudáveis e férteis para o benefício presente e futuro da agricultura. A conscientização e adoção dessas práticas são essenciais para preservar o recurso vital que é o solo e garantir a segurança alimentar global.

O uso de plantas de cobertura emerge como uma estratégia eficaz no manejo de solos, oferecendo uma série de benefícios que são essenciais para a sustentabilidade e a produtividade a longo prazo. Ao melhorar o potencial produtivo do solo, controlar a erosão e preservar o meio ambiente, as plantas de cobertura se tornam uma ferramenta valiosa para agricultores comprometidos com práticas agrícolas sustentáveis e responsáveis. Integrar essas plantas em sistemas agrícolas pode não apenas proteger os recursos naturais, mas também aumentar a resiliência das fazendas em face das mudanças climáticas e dos desafios futuros.

Em suma, as plantas de cobertura representam uma ferramenta valiosa para agricultores e profissionais da área agrônômica no manejo da compactação do solo e no controle da erosão em sistemas de produção agrícola. Ao

adotar uma abordagem integrada e sustentável, é possível promover a saúde do solo, aumentar a produtividade das culturas e garantir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

7. ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO E ADOÇÃO DO USO DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS CULTIVOS PELOS AGRICULTORES

Para que haja um entendimento por parte do produtor sobre os benefícios e técnicas a serem utilizadas na implantação de áreas com plantas de cobertura é necessário que haja a quebra de paradigmas, por meio do conhecimento.

A premissa deste sistema de produção, é que, apesar das novas ações com o manejo das plantas de cobertura, ocorre a propagação de benefícios a médio e longo prazo, proporcionando a ciclagem de nutrientes, redução da perda, compactação e temperatura do solo, e ainda a promoção de condições favoráveis para a ampliação da população de inimigos naturais e microrganismos benéficos.

Com esta premissa é necessário que sejam estabelecidas estratégias por parte dos técnicos para que haja de forma abrangente, uma integração da informação e assim possa ser adotada a tecnologia por parte dos agricultores.

7.1. Estabelecimento de unidades demonstrativas ou de avaliação

A implantação das unidades de avaliação se torna uma das principais ferramentas para demonstração do uso das plantas de cobertura, seja com o cultivo de espécies solteiras ou pelo uso de mixes, 3 ou mais espécies, desta forma há possibilidade do produtor visualizar e identificar as espécies de plantas de cobertura e os efeitos que as mesmas desempenham nos processos de manejo na lavoura (fotos 20a e 20b).



Fotos 20a e 20b - Unidades demonstrativas de plantas de cobertura em lavoura de café

7.2. Avaliação das unidades em conjunto com os agricultores

Há necessidade que sejam feitas as avaliações das unidades, que servirão de ponto de discussão com os agricultores sobre os resultados alcançados.

Estas avaliações poderão ser feitas individualmente com o agricultor onde foi estabelecida a unidade demonstrativa, e posteriormente de forma coletiva, por meio de dias de campo ou excursões técnicas (Fotos 21 e 22).

O principal é que sejam feitas as mensurações ao final, para que sejam observados todos os pontos positivos na tecnologia e os itens de atenção.



Foto 21 - Dia de campo, para conhecimento inicial da tecnologia



Foto 22 - Avaliação dos agricultores das unidades demonstrativas

Para as avaliações, sugere-se que seja utilizado um gabarito de 1 m x 1 m

ou seja 1m², e fazer o corte das plantas rente ao solo. Estas devem ser pesadas e extrapoladas o peso de massa verde por metro quadrado e multiplicado por 10.000, resultará na produção de biomassa verde por hectare.

Em relação a avaliação de temperatura do solo, recomenda-se que seja feito uma abertura com as mãos, afastando as plantas de cobertura para que consiga ser avaliada a temperatura do solo, o qual deve ser feito com uso de termômetro digital infravermelho a 50 cm do solo. O mesmo procedimento deve ser aplicado para o solo desnudo, sem plantas de cobertura (Foto 23a e 23b).



Fotos 23a e 23b - Avaliação da temperatura do solo com biomassa seca e sem biomassa de plantas de cobertura.

Utilizando este gabarito de 1 m², colocá-lo ao acaso sobre as plantas de cobertura e avaliar a presença de espécies de plantas invasoras, valorizando a predominância da área. Fazer o mesmo procedimento na área testemunha, para avaliar se alguma das espécies ou mix, está realizando algum efeito em supressão destas plantas daninhas.

Em relação ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas de cobertura, recomenda-se arrancar cuidadosamente algumas plantas, tentando preservar o máximo possível da integridade das raízes, para avaliar, o crescimento, desenvolvimento e abundância de raízes, além de possíveis evidências de solos compactados. Nestas mesmas plantas avaliar visualmente a atividade simbiótica dos microrganismos nas raízes(FBN).

7.2.1. Tabulação dos dados de avaliação

As informações obtidas na unidade demonstrativa deverão ser sistematizadas e apresentadas aos produtores para que eles tenham referências quantitativas e qualitativas. Abaixo seguem alguns pontos que deverão ser avaliados:

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a agricultura brasileira vem enfrentando inúmeras perdas na produção agropecuária devido ao aumento de fenômenos climáticos extremos como chuvas torrenciais, secas prolongadas e temperaturas acima da média, como consequência das mudanças climáticas.

Os problemas de conservação do solo e água, como a erosão, a compactação e a modificação da dinâmica da água no solo, são fatores que obrigam os agricultores a buscar manejos mais voltados para melhoria dos seus sistemas de produção.

A construção de sistemas de produção mais resilientes é uma necessidade para adaptar os cultivos, a estas mudanças, tornando a produção mais sustentável. Neste sentido, as plantas de cobertura têm um papel de destaque na melhoria da condição geral do solo, pois promovem incrementos nos níveis de matéria, orgânica, bioporosidade, na biodiversidade, ciclagem de nutrientes, bem como na melhoria da estrutura física de forma geral.

Vários benefícios podem ser proporcionados com este manejo, conforme foi descrito neste material, porém, cabe ressaltar que é mais uma tecnologia a ser empregada na construção dos sistemas de produção mais sustentáveis e eficientes. Portanto não é o único e nem o milagroso insumo/processo, tendo inúmeras limitações. Inclusive, por exemplo, se tivermos problemas de déficit hídrico, solos com extremos níveis de compactação e acidez, estas plantas também terão dificuldades de se estabelecer, desenvolver e cumprir seu papel.

Os benefícios do uso das plantas de cobertura são comprovados pela ciência, porém a adaptação às diferentes realidades, cultivos e regiões podem variar. Até mesmo a adoção desta tecnologia, por desconhecimento ou falta de orientações técnicas adequadas, pode ser um dos fatores de dificuldade do seu uso em larga escala, assim as unidades demonstrativas são uma ótima oportunidade para elucidar estes pontos.

Assim sendo, a Emater-MG, por meio do Projeto Construindo Solos Saudáveis, que consiste na instalação de Unidades Demonstrativas de Plantas de Cobertura, em várias culturas e regiões do estado, tem como objetivo, divulgar o uso adequado e técnico deste manejo, utilizando as plantas de cobertura, bem como os seus benefícios.

Destacamos ainda que, assim como qualquer outra tecnologia, a mesma requer orientações e uso de forma técnica e adequada para que possa expressar os benefícios esperados. Desta forma, a Emater-MG, está atuando para

realmente promover um novo sistema de produção mais eficiente e sustentável.

O Projeto Construindo Solos Saudáveis, também atende aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS, acordo assinado pelos países membros da Organização das Nações Unidas – ONU para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Os principais objetivos e metas abrangidas pelo projeto são: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis; tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos; proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres; gerir de forma sustentável as florestas; combater a desertificação; deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Consultem sempre os técnicos da Emater-MG para obter informações adequadas sobre as espécies, formas de plantio, manejo, cuidados e benefícios.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, L.W.R.; MONTAGNER, A.E.A.D.; PEREIRA, J.F. Efeito de herbicidas na dessecação de plantas para cobertura do solo em Sistema de Plantio Direto no Cerrado Amapaense (Comunicado Técnico, 157). Macapá, AP: Embrapa Amapá, 2019. 9p

Calegari, A. Manual Técnico de Plantas de Cobertura. Curitiba: IAPAR, 2016. 32 p.

CONCENÇO, G.; SILVA, C.J. DA. Dessecação de Espécies de Crotalária Visando à Implantação de Canaviais em Sucessão (Comunicado Técnico, 210). Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 9p.

Cruz, J.C. et al. Arvore do Conhecimento do Milho, 2021, CNPMS/ Embrapa, 2021. Acesso: <https://www.google.com/url?q=https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/manejo-do-solo-e-adubacao/sistema-de-manejo-do-solo/plantio-direto%23~:text=Fundamentos%2520do%2520Sistema%2520de%2520Plantio%2520Direto%26text%3DNessa%2520t%25C3%25A9cnica%252C%2520%25C3%25A9%2520necess%25C3%25A1rio%2520manter,das%2520eros%25C3%25B5es%2520h%25C3%25ADdrica%2520e%2520e%25C3%25B3lica&sa=D&source=docs&ust=1708457874913533&usg=AOvVaw2aqGadSj5Oa1nkuBt97tK2>

DAL BOSCO Ezequiel. Seletividade de herbicidas aplicados sobre plantas de cobertura de inverno e verão. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

Esalq, Cherubin M. R. et ali, Guia Prático de Plantas de Cobertura, Piracicaba, 2022, 125p.

Epagri, Fayad J. A. et ali, Sistema de Plantio Direto de Hortaliças, Santa Catarina, 2019, 521 p.

Embrapa, Madeira N. R. et ali, Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), Circular Técnica 168, 2019, 29 p.

ALMEIDA, J. P. S. et al. Competição intraespecífica e interespecífica de gramíneas forrageiras tropicais sob manejo intensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.

ALVES, R. F. et al. Potencial do feijão-guandu como planta de cobertura na

descompactação e manejo integrado de solos agrícolas. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2022.

BARTZ, H. (1986). **Plantio direto**: sistema brasileiro. Embrapa Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/174825/plantio-direto-sistema-brasileiro>

CLARK II E.H., HAVERKAMP J.A. & CHAPMAN W. **Eroding soils**: The off-farm impacts. Washington, D.C.: The Conservation Foundation, 1985.

CRUZ, T. D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle da erosão hídrica em sistemas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, 2019.

EMBRAPA. **Compactação do solo**. Documentos, 113. 2004.

FERRAZ, L. C. C. et al. **Alelopatia**: uma ferramenta no manejo de plantas daninhas. Revista de Ciências Agrárias, v. 62, 2019.

FERREIRA, L. M. et al. Contribuição das plantas de cobertura para a melhoria da estrutura do solo e controle da erosão. **Congresso Nacional de Meio Ambiente**, 2023.

FANCELLI, A. L., Moraes, M. T., & Vieira, S. R. (2007). Physical properties of an Oxisol and crop yields under different soil tillage systems after 22 years. **Scientia Agricola**, 64(1), 34-42.

FRANCO JÚNIOR, K., S.; CALEGARI, A.; DIAS, M. S. Sistema Produtivo do Café em Plantio Direto/Cultivo mínimo/Conservacionista, Revista Plantio Direto, **Sistema plantio direto no Brasil** [livro eletrônico]. -- 1. ed. -- Passo Fundo, RS : Aldeia Norte Editora, 2022. 218-244.

FRANCO JÚNIOR, K., S.; CALEGARI, A., DIAS,, M. de S., & BRIGANTE, G. P.; (2023). Distância de manejo da braquiária nas entrelinhas dos cafeeiros. **Revista Brasileira De Engenharia De Biossistemas** , 17 . <https://doi.org/10.18011/bioeng.2023.v17.1184>

HORN, R.; FLEIGE, H.; PETH, S. **Soil Structure**. In Encyclopedia of Soil Science (Third Edition), pp. 215-221. CRC Press, 2019.

LAL, R. Global Soil Erosion by Water and Carbon Dynamics. In **Advances in Soil Science**, pp. 277-292. Springer, 1995.

LAL, R. (2015). Soil degradation by erosion. **Land Degradation & Development**, 27(1), 19-29.

Montgomery, D. R. Soil erosion and agricultural sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 33, p. 13268-13272, 2007.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1992, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1992. P. 140-54.

R. HORN et al. A method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils. **Soil Tillage Res**, 2003, p. 89-99.

SANTOS, C. D. et al. Efeitos das plantas de cobertura na porosidade do solo e na infiltração de água em sistemas de manejo conservacionistas. **Agronomia Brasileira**, 72(4), 2018, 432-445.

SANTOS, C. D. et al. Efeito de plantas de cobertura na erosão hídrica em Latossolo Vermelho distroférico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, 2020.

SILVA, A. B. et al. Uso de plantas de cobertura para recuperação de solos compactados: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 45, 2021.

SILVA, A. B. et al. Impacto do uso de plantas de cobertura na recuperação de solos compactados em sistemas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 44(3), 2020, 1-15.

SILVA, A. P., Kay, B. D., Perfect, E., & Barthès, B. G. Advances in soil tillage and crop management to control erosion in semi-arid areas of Brazil. **Soil and Tillage Research**, 77(2), 131-142, 2004.

OLIVEIRA, R.F. et al. Manejo integrado de solos compactados com ênfase no uso de plantas de cobertura: uma revisão da literatura. **Boletim Técnico da Embrapa**, 2019, 126, 23-35.

ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D.; Histórico da Adubação Verde no Brasil, cap. 2, **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, 2ª edição revista e atualizada, Volume 1 Fundamentos e Prática, Brasília, DF : Embrapa, 2023. PDF, (35-59 p.)

ZANELA, D. et al. **Plantas de cobertura no manejo integrado de plantas infestantes**: uma revisão. *Planta Daninha*, v. 38, 2020.





EMATER
Minas Gerais

AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

CIÊNCIAS AGRÁRIAS