

UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS COMO COBERTURA DE SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO E COMO ADUBAÇÃO VERDE NA REGIÃO SERRANA DO ES

Maria da Penha Angeletti¹; Jacimar Luis de Souza¹; Hélcio Costa¹; Gustavo Soares de Souza²; Mario Cesar Ewald³; Cintia Brememkamp⁴; Evelson Sanche Muniz⁵, Douglas Vianna Bahiense⁶

¹INCAPER, Pesquisadores, Domingos Martins, Espírito Santo, penha.incaper@gmail.com; ²INCAPER, Pesquisador, Pacotuba, Espírito Santo; ³INCAPER, Extensionista, Paraju, Espírito Santo. ⁴INCAPER, Extensionista, Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo. ⁵ STRSMJ, Diretor, Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo. ⁶ INCAPER, Bolsista de pesquisa em Agricultura Orgânica, Domingos Martins, Espírito Santo.

RESUMO- Os agrossistemas produtores de hortaliças e grãos, da Região Centro-Serrana do Espírito Santo, caracterizam-se pelo uso intensivo do solo, da água e de máquinas para o preparo do solo. Também pela adoção de práticas convencionais de agricultura, altamente dependentes de insumos industrializados para fertilização do solo e tratamento fitossanitário das lavouras. Os métodos vegetativos de manejo de culturas agrícolas, que incluem o uso de plantas de cobertura/adubos verdes, podem representar uma opção de sustentabilidade nas propriedades rurais. Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo relatar o uso de plantas de cobertura/adubos verdes de primavera-verão e de outono-inverno, introduzidas e adaptadas em trabalhos de pesquisa do Incaper e validadas em agrossistemas da agricultura familiar da Região Centro Serrana do Espírito Santo, e demonstrar a associação destas plantas a outras boas práticas agrícolas e seus potenciais no manejo de culturas. As experiências de validação em nível de propriedades rurais mostram o potencial das plantas de cobertura / adubos verdes para intervenção positiva nos agrossistemas, com tecnologias de eficiência agrônômica e ambiental. A aplicação de tecnologias de produto mostra-se de mais fácil aplicação para os agricultores do que as tecnologias de processo, sendo que a cultura tradicional dos agricultores de utilização de máquinas para o preparo de solo é um fator que dificulta a adoção destas tecnologias.

PALAVRAS-CHAVE: Boas práticas agrícolas. Tecnologias sustentáveis. Agroecologia. Rotação de culturas. Adubos verdes. Plantas de cobertura.

ABSTRACT- Central-Serrana Region agrosystems of Espírito Santo State, Brazil, producers of vegetables and grains, are managed by intensive use of soil, water and mechanical tillage. The adoption of conventional farming practices, highly dependent on industrial inputs for soil fertilization and phytosanitary treatment of crops is part of the current reality. The use of cover crops / green manures may represent a sustainable option of soil and crops management on farms. This study aims to report the use of cover crops / green manures spring-summer and autumn-winter, introduced and adapted by Incaper research and validated in family farming's agrosystems of Central Serrana Region of Espírito Santo. It also aims to demonstrate the association of these plants to other good agricultural practices and their potential for intervention in crop management. The validation experiences on family farms show the potential of cover crops / green manures for positive intervention, with agronomic and environmental efficiency technologies; the application of product technologies shows it's easier realization for farmers than process technologies, more detailed; the traditional culture of using tillage machines is a factor that hinders the adoption of these technologies of conservation agriculture.

KEYWORD: Agricultural good practices. Sustainable technologies. Agroecology. Crop rotation. Green manures. Cover crops.

1 INTRODUÇÃO

Os agrossistemas produtores de hortaliças e grãos, da Região Centro-Serrana do Espírito Santo, caracterizam-se pela adoção de práticas convencionais de agricultura, altamente dependentes de insumos industrializados para fertilização do solo e tratamento fitossanitário das lavouras, com uso intensivo do solo e da água, pouco uso de práticas conservacionistas e ou recuperadoras do solo, da água e da biodiversidade, como reporta Angeletti (2014). Assim, a erosão de terras de cultivo, o plantio no sentido do declive do terreno e a monocultura com solo exposto ao sol e intempéries, são parte da paisagem rural regional. Os problemas de manejo relacionados ao mau uso de recursos naturais, de acordo com Athayde et al. (2013), são componentes de uma crescente vulnerabilidade socioambiental e econômica. No entanto, é possível criar condições no manejo das culturas econômicas, com uso de tecnologias conservacionistas que constituem o movimento tecnológico que mais cresce em nível mundial.

Iniciativas neste sentido têm-se ampliado, como a criação do Protocolo de Cooperação para adoção de práticas e ações destinadas a consolidar o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo. Nas Diretrizes Técnicas do Protocolo, Cláusula 3, observa-se que em um total de nove diretrizes, cinco estão relacionadas diretamente ao uso de plantas para formar uma boa cobertura de solo como práticas de: i) conservar o solo e controlar erosão; ii) aumentar a proporção de matéria orgânica no solo; iii) diversificar o uso do solo por meio de rotação e consórcio de culturas; iv) reduzir o uso de fertilizantes sintéticos pelo incremento do uso de compostos orgânicos e adubos verdes; v) manter uma boa cobertura do solo como prática para promover o uso racional da água (ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Calegari (2010) reforça estes benefícios e recomenda manter os solos agrícolas cobertos, se possível, durante todo o ano. Ressalta ainda a importância da cobertura do solo com palha, para manter as temperaturas baixas, evitar perdas de água por evaporação e evitar o estresse nas plantas. Pontua que a zona da raiz que está em um solo com temperaturas acima de 32 – 33°C não tem capacidade de absorver água e nutrientes e, considerando-se que 85 a 90% da absorção de água e nutrientes nas culturas anuais é feita nos primeiros 20 cm do solo, é fundamental formar cobertura do solo com palha.

A adubação verde é uma antiga prática de cultivo e incorporação de plantas, sobretudo de leguminosas (*Fabaceae*), produzidas no local ou não, com a finalidade de preservação e ou restauração dos teores de matéria orgânica e de nutrientes dos solos. A adoção da adubação verde foi temporariamente desestimulada a partir do início dos anos 70, devido ao desenvolvimento da indústria de fertilizantes minerais e atualmente está sendo retomada como tendência mundial de sustentabilidade, para produção de alimentos mais saudáveis, provenientes da agricultura orgânica, ou produzidos com o mínimo de insumos químicos e sem degradação do ambiente (MATEUS ; WUTKE, 2006).

Plantas de cobertura ou culturas de cobertura é um termo recente utilizado para designar diferentes espécies de adubos verdes em uso para a formação da camada de palha para a cobertura do solo (CALEGARI, 2014). A cobertura de solo com camada de palha é um dos princípios do sistema plantio direto – SPD. No entanto, a utilização de plantas de cobertura também faz parte de boas práticas agrícolas como: cobertura morta vegetal (*mulch*); rotação de culturas para melhoria da qualidade do solo, substituindo o pousio de áreas de cultivo; consórcio com plantas olerícolas, grãos e com lavouras perenes; proteção do solo com palha ou cobertura viva em lavouras perenes.

Os métodos vegetativos de manejo de culturas agrícolas, que incluem o uso de plantas de cobertura/adubos verdes podem representar uma opção de sustentabilidade nas propriedades rurais. Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo relatar o uso de plantas de cobertura / adubos verdes de primavera-verão e de outono-inverno, introduzidas e adaptadas em trabalhos de pesquisa do Incaper, e validadas a campo em agrossistemas da agricultura familiar da Região

Centro Serrana do Espírito Santo, e demonstrar seus potenciais de intervenção positiva no manejo de culturas da Região Serrana do Espírito Santo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As Experiências de utilização de plantas de cobertura / adubos verdes, no manejo de culturas em agrossistemas produtores de hortaliças e grãos e em lavouras perenes se baseiam nas metodologias descritas por Angeletti et al. (2013) e foram realizadas no período de 2006 a 2016, nos municípios de Santa Maria de Jetibá, Laranja da Terra, Domingos Martins e Afonso Cláudio.

As características e os coeficientes técnicos das espécies de plantas de cobertura de solo / adubos verdes utilizados no planejamento, escolha e plantio, são apresentados na Tabela 1. Os plantios foram realizados em sulcos, a uma profundidade de 2 a 3 cm, com exceção de mucuna preta, mucuna cinza, mucuna anã e feijão de porco (profundidade de 3 a 5 cm); azevém (0,5 a 1 cm); nabo forrageiro e milheto (1 a 2 cm).

Nos plantios a lanço (Tabela 2) as quantidades de sementes foram maiores. Foram realizados após um preparo inicial do solo e, logo após a semeadura, procedeu-se à incorporação superficial das sementes, com rastelo ou com enxada rotativa tocando superficialmente o solo.

No caso de consórcios de plantas de cobertura/adubos verdes, as quantidades de sementes foram proporcionais às quantidades de sementes recomendadas para as espécies em cultivo solteiro.

Tabela 1 – Características e coeficientes técnicos das espécies de plantas de cobertura de primavera-verão e outono-inverno, utilizados no planejamento e plantio.

Planta de Cobertura	Família / Hábito de Crescimento	Espaçamento entre Linhas (cm)	Densidade de Semeadura (nº sem/ml*)
Primavera-verão			
<i>Crotalaria breviflora</i>	Fabaceae-Ereto	50	33
<i>Crotalaria juncea</i>	Fabaceae-Ereto	50	25
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Fabaceae-Ereto	50	43
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Fabaceae-Ereto	50	33
Feijão de porco	Fabaceae-Ereto	50	05
Girassol	Asteraceae-Ereto	80	07
Guandu anão	Fabaceae-Ereto	50	23
Lablab	Fabaceae-Rasteiro trepador	50	11
Milheto	<i>Poaceae-Touceira ereto</i>	25	53
Milho	<i>Poaceae-Ereto</i>	25	05
Milho + Feijão-de-porco	Poaceae + Fabaceae	100 cm – 50 cm	05 + 05
Mucuna anã	Fabaceae-Semiereto determinado	50	07
Mucuna cinza	Fabaceae-Indeterminado rasteiro, ramos trepadores	50	04
Mucuna preta	Fabaceae-Indeterminado rasteiro, ramos trepadores	50	04
Outono inverno			
Aveia preta	Poaceae-Ereto	25	65
Aveia branca	Poaceae-Ereto	25	55
Azevém	Poaceae-Ereto	25	(01 g/ml)**

Centeio	Poaceae-Ereto	25	80 a 90
Ervilha forrageira	Fabaceae-Indeterminado trepador	50	15 a 20
Ervilhaca peluda	Fabaceae-Decumbente trepador	50	30
Ervilhaca comum	Fabaceae-Decumbente trepador	50	30
Nabo forrageiro	Brassicaceae-Ereto	25	25
Tremoço azul / branco	Fabaceae-Ereto	80	08 a 10

*número de sementes / metro linear. ** grama por metro linear

Tabela 2 – Densidade de semeadura a lanço das espécies de plantas de cobertura.

Planta de Cobertura	Densidade de Semeadura (n° sem/m ² *)
Primavera-verão	
<i>Crotalaria breviflora</i>	75 a 80
<i>Crotalaria juncea</i>	55 a 60
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	100 a 120
<i>Crotalaria spectabilis</i>	80 a 85
Feijão de porco	10 a 12
Girassol	20 a 25
Guandu anão	55 a 60
Lablab	25 a 30
Milheto	240 a 250
Milho	10 a 12
Milho + Feijão-de-porco	10 a 12 + 10 a 12
Mucuna anã	14 a 16
Mucuna cinza	08 a 10
Mucuna preta	08 a 10
Outono inverno	
Aveia preta	300 a 320
Aveia branca	250 a 350
Azevém	1200 a 1300
Centeio	250 a 350
Ervilha forrageira	38 a 50
Ervilhaca peluda	90 a 100
Ervilhaca comum	90 a 100
Nabo forrageiro	120 a 140
Tremoço azul / branco	18 a 20

*número de sementes / metro quadrado, semeadura a lanço.

No caso de consórcios de plantas de cobertura/adubos verdes, as quantidades de sementes foram proporcionais às quantidades de sementes recomendadas para as espécies em cultivo solteiro.

Os critérios adotados para a escolha de plantas de cobertura / adubos verdes estão descritos a seguir:

- **DIAGNÓSTICO INICIAL DA(S) ÁREA(S)**

Análises químicas do solo;

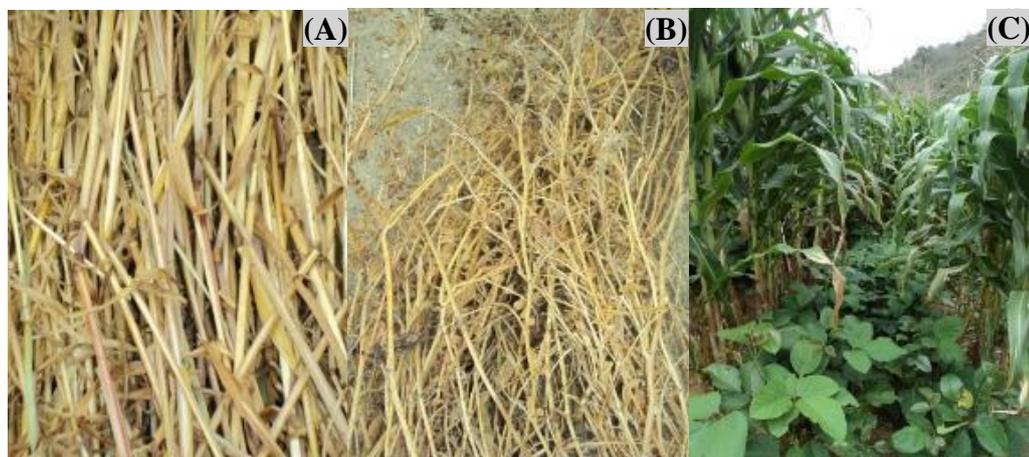
Abertura de pequena trincheira para observação do solo na subsuperfície: ocorrência de camada adensada / compactada natural ou por mecanização intensiva - ‘pé de grade’; profundidade de raízes; mudança de direção da raiz principal; presença de dejetos de organismos de solo, bioporos, buracos de minhoca e outros indicadores;

Ocorrência de pragas e doenças das culturas nas áreas de interesse e no entorno;

Ocorrência de mato;

- CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS E INTERESSES ECONÔMICOS DOS AGRICULTORES
- CARACTERÍSTICAS CULTURAIS DOS AGRICULTORES NO USO DO SOLO
 - Como é o uso da terra? Operações de preparo do solo? Características conservacionistas?
 - Tem preocupação com o uso da terra e os efeitos no meio ambiente / sustentabilidade?
- CONDIÇÕES DE CLIMA
 - Espécies de primavera-verão
 - Espécies de outono-inverno
- OPERACIONALIDADE = facilidade de plantio e manejo;
- INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL (máquinas e implementos)
- VOCAÇÃO NATURAL DAS ÁREAS
- CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DE COBERTURA / ADUBOS VERDES (Figura 1):
 - Espécies com maior facilidade de adoção devido a tamanho de sementes, facilidade de multiplicação e armazenamento das sementes, disponibilidade de sementes e de fácil manejo;
 - Espécies para atender às necessidades / resolver os problemas identificados no diagnóstico inicial;
 - Espécies para formação de palha; espécies para enriquecimento do solo.

Figura 1: Palha de azevém (A). Palha de ervilhaca (B). Consórcio de milho + feijão de porco, de caráter econômico e para formação de palhada de primavera-verão (C). Mucuna preta em consorcio com milho, usada para adubação verde (D). Aveia preta em rotação com olerícolas no sistema plantio direto na palha, como cultura antecessora de beterraba (E). Santa Maria de Jetibá - ES.



Imagens: Maria da Penha Angeletti



Imagem: Maria da Penha Angeletti

Imagem: Evelson Sanche Muniz

O manejo das plantas foi feito com uso de arado e grade, no caso da incorporação ao solo. Para formação de camada de palha foi feito por meio de roçadeira (Figura 2), foice, com uso de herbicidas/dessecantes e com rolagem de tora de madeira morro abaixo. O manejo (roçada ou incorporação) no geral foi realizado por ocasião da floração e início da formação de vagens/sementes, época do ciclo em que as plantas apresentam maior potencial de produção de biomassa e maior potencial de enriquecimento do solo, podendo ser também realizado após a colheita de sementes. Espécies com dupla aptidão, como aveia preta e milho, podem ser submetidas a corte inicial para alimentação animal, seguida de nova adubação e corte na época do florescimento, para formação de palha.

O plantio de espécies econômicas, por sementes ou mudas, foi realizado entre 8 e 10 dias após o manejo das plantas para formação de palha ou incorporação ao solo, dependendo das espécies e da quantidade de fitomassa produzida/incorporada, como também afirma Padovan (2010). Este período mostrou-se necessário para evitar danos às sementes e plântulas em germinação e à mudas de olerícolas, devido à elevação de temperatura que ocorre naturalmente pelo início de fermentação.

Com relação às épocas de semeadura, os plantios de primavera-verão foram feitos, preferencialmente, de setembro a novembro, tanto na região alta (acima de 500 m de altitude) como na baixa (abaixo de 500 m de altitude), visando maior produção de biomassa, podendo-se, no entanto, se estenderem até março.

Figura 2: Manejo de nabo forrageiro com roçadeira costal, Santa Maria de Jetibá – ES.



Imagem: Maria da Penha Angeletti

O plantio das espécies de outono-inverno, na região alta, tem sido feito no período de março a junho, preferencialmente abril e maio, nas áreas de agricultores / escolas, para práticas de validação, devido ao interesse de um maior período de crescimento vegetativo e maior produção de biomassa verde e seca. No entanto, vários plantios foram feitos no mês de julho e primeira quinzena de agosto, seguindo recomendações de Wutke et al (2009) para o Estado de São Paulo.

Aspectos metodológicos de experiências de uso de adubos verdes na cultura do morango

O planejamento de uso de adubos verdes no cultivo de morango baseou-se em Costa e Ventura (2006), que apresentam a rotação de culturas como item de manejo preventivo de doenças, para redução do inóculo inicial a cada safra. A utilização de adubos verdes foi

associada a práticas agroecológicas adotadas na Unidade de Referência em Agroecologia do Incaper – URA, como calda biofertilizante, chorume e produtos biológicos (Souza, 2015); na utilização de produtos indutores de resistência à base de silício, fosfito de potássio e *Trichoderma*, baseado em orientações técnicas implementadas pela Cooperativa Coopeavi e Itaforte, para a cultura do morango.

Foram realizadas as seguintes etapas do preparo da área ao plantio das mudas de morango: diagnóstico inicial → (quando necessário) correção de acidez, com calcário silicatado → plantio de gramínea + leguminosa (variando com o diagnóstico da ocorrência de doenças) em setembro/outubro → incorporação da massa verde ao solo, em fevereiro/março → intervalo de 15 dias → preparo de solo → plantio do morango. Na ocasião da incorporação da biomassa das plantas para adubação verde ao solo, foi também distribuído o adubo orgânico, cama de frango ou cama de aviário.

A escolha das plantas para adubação verde levou em conta a necessidade de aprofundamento do perfil do solo, considerando-se que o sistema radicular de morango é sensível à compactação, também para evitar acúmulo de umidade. O mais importante, o cuidado de evitar espécies com doenças comuns ao morangueiro.

Antes da semeadura dos adubos verdes, foram adicionados 5 kg de fosfato natural para cada 100 kg de sementes, misturados com água suficiente para fixar o produto, deixando-se secar por algumas horas. A semeadura foi feita a lanço numa densidade variando com a espécie. A incorporação foi feita com rastelo ou grade leve (apenas arrastando o peso da grade sobre o terreno). Não foi realizada adubação de cobertura, nem capina.

A quebra de dormência de sementes foi feita em alguns casos, mergulhando as sementes em água corrente por 24 horas.

O biofertilizante foi elaborado em processo artesanal, a partir de: 700 litros de água limpa, sem resíduos de agrotóxicos; 100 kg de composto orgânico; 50 kg de mamona (ponteira + bagas, cortadas em picadeira), como fonte de nitrogênio; 15 a 20 kg de cinza; 30 kg de sulfato de magnésio. Em uma caixa de 1000 litros, esses materiais foram colocados para fermentar por 7 a 10 dias, mexendo-se quatro a cinco vezes ao dia ou instalando-se um pequeno compressor, do tipo usado em aquários, para oxigenação permanente. Após a fermentação, o material foi coado em peneira e depois no pano, antes de usar no gotejador. A dosagem utilizada foi de 40 a 60 ml de biofertilizante por planta.

Depois de esvaziar a primeira (1ª) vez o biofertilizante da caixa, completou-se com água novamente, obtendo-se assim uma segunda (2ª) calda, de uso imediato, na mesma dosagem anterior. A partir de então, os resíduos eram eliminados e novos ingredientes eram necessários para a continuidade do processo de fabricação artesanal do biofertilizante.

O chorume, baseado em recomendações de Souza e Resende (2014), foi elaborado a partir de: esterco de galinha e água, na proporção de 01 parte de esterco e 03 partes de água. Misturou-se cinza na proporção de 0,5 kg para 12 litros de água utilizada para diluir o esterco. Deixou-se descansar por 03 dias, mexendo várias vezes ao dia. A aplicação do chorume foi feita uma vez por semana, na proporção de 300 ml/m² de canteiro, por fertirrigação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de manejo de agroecossistemas com plantas para cobertura de solo (adubos verdes) exige uma escolha criteriosa das espécies a partir do diagnóstico inicial. A monocultura de plantas de cobertura (adubos verdes) pode trazer problemas ao agrossistema, semelhante ao que ocorre com a monocultura de espécies econômicas. Neste sentido, o trabalho estimulou o uso de consórcios, misturas ou coquetéis de plantas, buscando-se complementar as qualidades para potencializar os benefícios aos agrossistemas.

O potencial diversificado de uso das plantas de cobertura /adubos verdes, comprovado nas Experiências de validação, é apresentado na Figura 3. Não existe uma planta ‘milagrosa’ e sim, um grande número de espécies com potencial de uso para abordar os problemas diagnosticados.

Figura 3: Aspectos multifuncionais do uso de plantas para cobertura de solo e adubação verde. Controle de erosão em lavoura de citros, com feijão de porco (A e B). *Crotalaria spectabilis* de uso no controle de nematóides e como adubo verde (C). Nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio em leguminosas (D) e introdução de plantio direto na palha para melhoria e proteção do solo (E e F). Domingos Martins e Santa Maria de Jetibá.



Imagem: Evelson Sanche Muniz



Imagem: Maria da Penha Angeletti



Imagens: Maria da Penha Angeletti



Imagem: Maria da Penha Angeletti



Imagem: Maria da Penha Angeletti



Imagem: Evelson Sanche Muniz

Os resultados indicaram que o objetivo de cada experiência tecnológica foi dependente do interesse dos agricultores e entidades envolvidas, conforme descrito a seguir:

- Como opção de rotação de culturas com olerícolas e grãos, para incorporação ao solo como adubo verde e para melhoria de solo compactado;
- Para consórcio com culturas econômicas visando ao enriquecimento do solo com adubo verde (Figura 3), roçado e sem incorporação ao solo;
- Visando ao controle de erosão (Figura 3);
- Para formação de cobertura de solo para o sistema plantio direto na palha;
- Para recuperação de áreas degradadas;
- Para manutenção da umidade do solo;
- Visando ao controle de nematóides (Figura 3);
- Interesse para o duplo propósito de melhoria do solo e alimentação animal.

As médias de produção de massa seca das plantas de cobertura/ adubos verdes, solteiras, obtidas no período de 2006 – 2016, nas experiências de validação, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Produção média de massa seca de plantas para cobertura de solo/adubação verde obtidas em Experiências no período de 2006 – 2016 em Santa Maria de Jetibá, Laranja da Terra, Domingos Martins e Afonso Cláudio.

Planta de Cobertura / Adubo Verde	Produção de massa seca por área (kgm ⁻²)*	Planta de Cobertura / Adubo Verde	Produção de massa seca por área (kgm ⁻²)*
PRIMAVERA-VERÃO		OUTONO-INVERNO	
<i>Crotalaria juncea</i>	6,12	Aveia branca	4,05
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	6,52	Aveia preta	4,22
<i>Crotalaria spectabilis</i>	4,92	Azevém	4,00
Feijão de porco	4,21	Centeio	3,52
Girassol	5,12	Ervilha forrageira	2,74
Guandu anão	3,99	Nabo forrageiro	3,24
Lablab	5,20	Tremoço azul	3,42
Milheto	6,34	Tremoço branco**	6,70
Mucun anã	3,56		
Mucuna cinza	4,62		
Mucuna preta	4,86		

*Obtidos em áreas de agricultores familiares e de escolas, parceiros em Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento.

** Em cultivo orgânico.

Observou-se que, para várias espécies de primavera-verão, os plantios realizados nos meses de setembro a novembro tiveram maiores produções de biomassa de plantas de cobertura (adubos verdes), comparados aos plantios tardios, após o mês de novembro, devido ao maior período de crescimento vegetativo antes da fase reprodutiva. O girassol, no entanto, apresentou bom desempenho em plantios tardios. Para as espécies de outono-inverno, os plantios realizados nos meses de abril-maio têm demonstrado as maiores produções de biomassa. Observou-se também que, nos plantios de primavera-verão feitos no período de janeiro a março,

deve-se aumentar a densidade de semeadura para elevar a produção de massa verde e seca e assim compensar a redução do período de crescimento vegetativo das plantas devido ao florescimento/fase reprodutiva.

Foi observada melhoria no desempenho produtivo de lavouras quando se associou a quebra de camadas subsuperficiais compactadas com o uso das plantas de cobertura / adubos verdes (milho + leguminosa), seguida de gradagem, semelhante ao que reporta Cardoso (2009) sobre a necessidade de um período de recuperação necessário em terras velhas, cansadas e erodidas, para restauração das propriedades físicas do solo, por meio do cultivo de uma gramínea precedida do rompimento do “pé de grade”, por escarificação.

Na falta de subsolador, a opção por aração profunda, abaixo da camada compactada, associada à incorporação de biomassa de milho + feijão de porco ou milho + *Crotalaria juncea*, tem-se mostrado como prática que traz bons resultados no desempenho produtivo de lavouras, pela melhoria das qualidades do solo, favorecendo o aprofundamento do sistema radicular.

Experiências de agricultores e escolas demonstraram que o sistema radicular do nabo forrageiro (Figura 4) tem um destaque especial por quebrar camadas adensadas de solo, além do benefício de formar bioporos após seu apodrecimento, que servem de canais para arejamento do solo e infiltração de água das chuvas e irrigação, contribuindo para o armazenamento da água no solo, com potencial para alimentação de aquíferos. Estas observações estão de acordo com Cardoso (2009), que afirma que a melhoria da condição física da camada de 20 cm do solo pode ser obtida com sucesso por meio de métodos vegetativos. Segundo o autor, se arações e gradagens afofam a terra superficial, o raizame fasciculado das gramíneas (Figura 5) também o faz ao se decompor, deixando uma extensa rede de canalículos.

Figura 4: Nabo Forrageiro – arado biológico. Plantas em floração (A), em rotação de culturas anual para formação de palhada, ao lado da aveia-preta, mostrando a rusticidade do nabo, em ano de muita seca (B) sistema radicular e bioporo formado em área de cultivo em sistema plantio direto na palha (C). Domingos Martins e Santa Maria de Jetibá-ES.



Imagens: Maria da Penha Angeletti



Imagem: Maria da Penha Angeletti

Figura 5: Sistema radicular de aveia preta em Santa Maria de Jetibá – ES.



Imagem: Maria da Penha Angeletti

Os resultados positivos mais comumente relatados pelos agricultores foram:

- controle de erosão;
- economia de mão de obra, máquinas e combustível com preparo do solo;
- economia de água e de energia para irrigação (Figura 6);
- economia de mão de obra com capinas e irrigação;
- redução da ocorrência de mato;
- recuperação de terras enfraquecidas.

Figura 6: Indicador prático de retenção de umidade no solo em lavoura de feijão em plantio direto (A). Lavoura de repolho no sistema plantio direto, conduzida com apenas 08 irrigações no período de fevereiro a junho (B e C). Santa Maria de Jetibá-ES.



Imagem: Evelson Sanche Muniz



Imagens: Evelson Sanche Muniz

Também foram observados efeitos positivos do uso destas tecnologias em escolas (Escola Família Agrícola São João do Garrafão – Santa Maria de Jetibá; Centro de Educação

Técnica Fé e Alegria – Laranja da Terra; Escola Municipal Agrícola – Afonso Cláudio), na melhoria de processos produtivos e na formação de conhecimentos de professores e alunos a partir das experiências realizadas.

Os benefícios obtidos nas experiências e aqui relatados estão em alinhamento com aqueles relatados por Epagri (2004), BRASIL (2009) e Oliveira (2009), para agricultores familiares que adotaram o uso de plantas de cobertura no sistema plantio direto. Os autores relatam também a redução dos custos com as atividades agrícolas, aumento da vida útil das máquinas, desenvolvimento econômico e social das famílias rurais, maior preservação dos recursos naturais, transformação da paisagem rural e incorporação de novas áreas recuperadas ao processo produtivo.

Observou-se que nas propriedades em que se adota o pousio como prática de manejo para ‘descansar’ as terras, foi mais fácil a adoção das plantas de cobertura (adubos verdes) como prática de recuperação do potencial produtivo das áreas de cultivo.

Para o morango, estratégias de trabalho foram criadas a partir do interesse de agricultores, produtores de morango e de demanda criada pela Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Domingos Martins, em 2009, na utilização de plantas para adubação verde como parte das boas práticas de manejo em algumas áreas de cultivo de morango, visando ao equilíbrio solo-planta-ambiente, à saúde das plantas e ao aprofundamento das raízes.

Como rotação de culturas antecessoras ao morango, com plantio em primavera-verão, as plantas para adubação verde mais utilizadas foram milho + mucuna preta e milho + feijão de porco (dependendo do histórico de doenças). Este consórcio também visava o enriquecimento do solo com nitrogênio, para evitar que o nutriente disponível para as plantas de morango fosse utilizado por microrganismos do solo no processo natural de decomposição da matéria incorporada. Também foi utilizado o milho vassoura/sorgo vassoura, que além de fornecer biomassa para incorporação ao solo, teve aspecto econômico na produção de vassouras.

A utilização de milho verde trouxe a opção de cultura econômica, no caso, após colheita do milho verde, em janeiro, pode-se estimular o crescimento da leguminosa, fazendo-se a quebra ou roçada do milho, depositando a massa verde nas linhas de plantio e deixando-se a leguminosa em crescimento até a época de preparo do solo para o morango.

Para agricultores interessados no plantio tardio de morango, visando à colheita no verão, as plantas para adubação verde foram semeadas no final de fevereiro e primeira quinzena de março, utilizando-se espécies como centeio, milho + nabo forrageiro e aveia preta, sendo os adubos verdes de outono-inverno.

Os resultados agronômicos das experiências com morango foram positivos. No entanto, os agricultores não continuaram a fazer uso da rotação de culturas com adubos verdes, segundo eles, por dificuldades de mão de obra, pois as tecnologias de processo demandam manejo mais cuidadoso do que a opção por tecnologias de produto no manejo das lavouras.

No presente trabalho, foram identificados como desafios para expandir o uso das tecnologias de plantas de cobertura (adubos verdes) na Região Serrana do Espírito Santo:

- i) otimização dos processos produtivos por meio de equipamentos e máquinas para manejo de mato, semeadura e tratos culturais em áreas de declive acentuado, tanto em culturas econômicas como nas plantas de cobertura/adubos verdes;

- ii) disponibilidade de sementes – atualmente não disponíveis nos comércios locais/regionais;

- iii) transferência de tecnologia e formação de conhecimentos para um maior número de profissionais da área técnica e agricultores;

- iv) geração de novas tecnologias de rotação de culturas econômicas, que viabilizem a obtenção de maiores ganhos econômicos aliados aos benefícios agroambientais;
- v) envolvimento da iniciativa privada, para viabilizar a adoção das tecnologias, a exemplo do que ocorreu em outros estados brasileiros (Paraná, Santa Catarina e São Paulo);
- vi) Geração de indicadores técnico-científicos em comparação com o sistema convencional.

4 CONCLUSÕES

As plantas para cobertura de solo e adubação verde mostraram o potencial de intervenção positiva nos agrossistemas da Região Centro-Serrana do Espírito Santo, com tecnologias de eficiência agrônômica e ambiental.

Os resultados positivos relatados pelos agricultores mostraram o potencial das tecnologias para a convivência e ou adaptação à ocorrência de irregularidades climáticas e como boas práticas geradoras de sustentabilidade nos agrossistemas.

A utilização intensiva de máquinas no preparo do solo, é um aspecto cultural da agricultura familiar da Região Centro-Serrana que dificulta a adoção das tecnologias conservacionistas.

Para estímulo à aplicação das tecnologias conservacionistas de uso das plantas de cobertura/adubos verdes, são necessários investimentos em políticas públicas voltadas ao incentivo a práticas de manejo conservacionista do solo e das culturas, como ocorreu em estados da Região Sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para o sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.22, n. 208, p. 25 – 36, jan./fev. 2001.

ANGELLETTI, M da P.; MUZZI, E. de M.; PILON, L. C.; LAURETT, L.; ANDRADE, P. M. S.; MUNIZ, E. S.; Procedimentos para Introdução e Adaptação do Sistema Plantio Direto na Agricultura Familiar do Espírito Santo. **Cadernos de Agroecologia**. Bento Gonçalves, v.8, n. 2, 1 – 5p., Nov. 2013.

ANGELETTI, M. da P. Estratégia de desenvolvimento tecnológico e social local para melhoria nos agroecossistemas produtores de hortaliças e grãos da Região Centro Serrana do Espírito Santo. In: SILVA, H. B. C. da; CANAVESI, F. de C. **Conhecimento, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar**. Brasília. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2014. 231 – 240 p.

ATHAYDE, S.; BARTELS, W.-L.; BUSCHBACHER, R.; SELUCHINESK, R. D. R.; Aprendizagem colaborativa, transdisciplinaridade e gestão socioambiental na Amazônia: abordagens para a construção de conhecimento entre academia e sociedade. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília, v. 10, n. 21, p. 729 – 756, outubro de 2013.

BAHIENSE, D. V. ; SOUZA, J. L. de ; FAVARATO, L. F. ; SPALA, J. M. ; ANGELETTI, M. P. Coleção de plantas de cobertura para uso no sistema plantio direto na palha e no aumento da biodiversidade de agroecossistemas. In: XIX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2015, São José dos Campos, SP. **Anais do XIX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**. São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2015. v. 1. p. 1-6.

BRASIL – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agricultura Inteligente: sistema plantio direto na palha alia sustentabilidade a preservação ambiental**. **Terra Brasil**, Brasília, ano 2, n. 3, p. 4-14, set. 2009.

CALEGARI, A. **Rotação de culturas em sistema de plantio direto**. Palestra apresentada no I Encontro Regional de Sistemas Produtivos. Sorriso: CAT Sorriso. 2010. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=kjnDtjvbleQ> >. Acesso em: 20 Março 2014.

CALEGARI, A. **Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes**. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507p.).

CARDOSO, F. P. **SPD, técnica a serviço da sustentabilidade**. Visão Agrícola, Piracicaba, ano 6, n.9, p. 4-7, jul/dez. 2009.

COSTA, H.; VENTURA, J. A. **Manejo integrado de doenças do morangueiro**. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. Do C. B. III Simpósio Nacional do Morango II Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 145p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos 171).

EPAGRI. **Sistema de plantio direto de hortaliças: o cultivo do tomateiro no vale do Rio do Peixe, SC**, em 101 respostas dos agricultores. Florianópolis, 2004. 53p. (Epagri, Boletim Didático 57).

SÃO PAULO (ESTADO). **Protocolo de Boas Práticas Agroambientais do Município de São Paulo**. São Paulo: Secretaria Estadual de Meio Ambiente, 2010. 7p. Disponível em <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/259/Documents/Protocolo.pdf> >. Acesso em: 15 Setembro 2016.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. Campinas: APTA. 2006. 15p. (**Pesquisa & Tecnologia**, Vol. 3, N. 1). Disponível em <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/269-especies-de-leguminosas-utilizadas-como-adubos-verdes/file.html> >. Acesso em: 29 Agosto 2016.

OLIVEIRA, M. N. de; XAVIER, J. H. V.; SILVA, F. A. M. da; SCOPEL, E.; ZOBY, J. L. F. Efeitos da introdução do sistema plantio direto de milho por agricultores familiares do município de Unai, MG (Cerrado brasileiro). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 51-60, jan./mar. 2009.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. de S.; MOITINHO, M. R.; CARNEIRO, L. F.; FERNANDEZ, S. S. L. Desempenho de adubos verdes e o efeito no milho em sucessão, num

sistema manejado sob base ecológica em Dourados, MS. Passo Fundo, 2010. **Cadernos de Agroecologia**, 2010. Vol. 5, N. 1, p. 1-5. Disponível em www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/download/10162/6837 >. Acesso em: 20 Agosto 2016.

SOUZA, J. L. de. **Agroecologia e Agricultura Orgânica: princípios técnicos, métodos e práticas**. 2 ed. Vitória, ES: Incaper, 34 p.: il. 2015. (Incaper, Documentos, 200. ISSN 1519-2059).

SOUZA, C. M. de; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. de. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 108p. (Didática).

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. v. 1. 841p.

WUTKE, E.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J. ; DRUGOWICH, M. I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas, Coordenadoria de Assistência técnica Integral – CATI, 2009. 89p. (Boletim Técnico 249).

Recebido para publicação:17 de junho de 2016

Aprovado:23 de outubro de 2016