

Produção &

Adubação Verde com Leguminosas

Saber

COLEÇÃO



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Adubação Verde com Leguminosas

Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2005

Coleção Saber, 5

Produção editorial: Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial: Lillian Alvares

Lucilene Maria de Andrade

Supervisão editorial: Carlos M. Andreotti

Revisão de texto e tratamento editorial: Francimary de Miranda e Silva

Capa: Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica: Wamir Soares Ribeiro Júnior

Foto da capa: José Guilherme Marinho Guerra

1ª edição

1ª impressão (2005): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais

(Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Informação Tecnológica

Adubação verde com leguminosas / Embrapa Agrobiologia.

– Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

49 p. : il. – (Coleção Saber).

Na página de autores: José Antonio Azevedo Espindola, José Guilherme Marinho Guerra, Helvécio De-Polli, Dejour Lopes de Almeida, Antonio Carlos de Souza Abboud.

ISBN 85-7383-284-3

1. Adubo verde. 2. Leguminosa. I. Espindola, José Antonio Azevedo II. Guerra, José Guilherme Marinho. III. De-Polli, Helvécio. IV. Almeida, Dejour Lopes de. V. Abboud, Antonio Carlos de Souza. VI. Embrapa Agrobiologia. VII. Coleção.

CDD 631.874

© Embrapa 2005

Autores

José Antonio Azevedo Espindola

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia

jose@cnpab.embrapa.br

José Guilherme Marinho Guerra

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia

gmguerra@cnpab.embrapa.br

Helvécio De-Polli

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo e Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agrobiologia,

depolli@cnpab.embrapa.br

Dejair Lopes de Almeida

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia,

dejair@cnpab.embrapa.br

Antônio Carlos de Souza Abboud

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Agroecologia, professor-adjunto da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ),

Departamento de Fitotecnia, BR 465, Km 7 (antiga Rodovia Rio-São Paulo),

CEP 23851-970, Seropédica, RJ, Fone (21) 2682-1353,

abboud@ufrj.br

Apresentação

No Brasil, o agronegócio tem sido o responsável pelo equilíbrio da Balança Comercial, graças à aceitação de nossos produtos no exterior. Diante dessa realidade, a Embrapa Informação Tecnológica reafirma a importância dessa coleção que apresenta – de forma didática e em formato prático – temas de interesse do pequeno produtor familiar.

A exemplo da Coleção Plantar, um sucesso editorial, a Embrapa lançou também a Coleção Saber, para atender as necessidades de informação de produtores, técnicos, sitiantes, chacareiros, donas de casa e demais interessados em práticas agrícolas e agroindustriais que lhes reduzam desperdícios, garantindo sucesso total em suas atividades.

Elaborado em linguagem conceitual simples e direta, o texto de cada título é direcionado ao produtor familiar, na certeza de que essas informações contribuam para a geração de mais alimentos, renda e emprego para os brasileiros, contribuindo para que a agricultura familiar fortaleça o agronegócio.

Fernando do Amaral Pereira

*Gerente-Geral da Embrapa
Informação Tecnológica*

Sumário

Introdução	9
Efeitos da adubação verde nos agroecossistemas	11
Disponibilidade de nutrientes para as culturas	11
Cobertura do solo	14
Organismos edáficos benéficos	16
Fitopatógenos	20
Plantas invasoras	21
Decomposição dos resíduos de adubos verdes.....	22
Escolha de leguminosas para uso da adubação verde.....	26
Formas de utilização dos adubos verdes.....	37
Considerações finais.....	47

Introdução

A adubação verde é uma prática agrícola que consiste no plantio de espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies apresentam ciclo anual ou perene, cobrindo o terreno por determinado período de tempo ou durante todo o ano. Depois de roçadas, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do terreno.

Civilizações milenares, como a chinesa, grega e romana, já adotavam a adubação verde para melhorar o desempenho da agricultura. Atualmente, as transformações promovidas pela modernização da agricultura acabaram por substituir os resíduos vegetais e outros materiais de origem orgânica por fertilizantes minerais. Nos últimos anos, os efeitos dessa substituição sobre a capacidade produtiva dos solos levaram um

número cada vez maior de produtores rurais de diversas regiões à adoção da agricultura orgânica.

A adubação verde assume particular importância nos sistemas de produção orgânica, pois as espécies cultivadas para esse fim conferem certa autonomia aos cultivos comerciais quanto à disponibilidade de matéria orgânica, além de ampliar a biodiversidade dos agroecossistemas.

Embora sejam cultivadas espécies de várias famílias botânicas, como adubo verde, as da família Leguminosae destacam-se por proporcionarem o aporte de elevadas quantidades de massa vegetal ao solo e formarem associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, conhecidas genericamente como rizóbios. Como resultado dessa simbiose, essas plantas são capazes de fornecer N (nitrogênio) para culturas de interesse econômico.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os principais efeitos da adubação verde com leguminosas nos agroecossistemas, assim como os critérios para a escolha de espécies vegetais adequadas a essa prática. Além disso, são discutidas as principais formas de utilização dos adubos verdes.

Efeitos da adubação verde nos agroecossistemas

Disponibilidade de nutrientes para as culturas

O nitrogênio é o nutriente mais estudado em relação aos efeitos da adubação verde nas culturas vegetais. O cultivo de leguminosas herbáceas torna possível a disponibilização de N aos agroecossistemas pelo processo de fixação biológica, o que reduz ou elimina a necessidade de aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados. Elevadas quantidades de N são acumuladas na parte

aérea de leguminosas, o que se reflete em maiores teores desse nutriente no solo, quando os resíduos vegetais são incorporados ou deixados em cobertura na superfície do terreno.

Outro efeito benéfico trazido por essa prática relaciona-se à reciclagem de nutrientes. Parte dos nutrientes acumulados nas leguminosas é provavelmente absorvida pelas raízes desses adubos verdes em camadas profundas do solo, sofrendo posterior liberação com a decomposição dos resíduos após o corte. Esse processo de reciclagem de nutrientes é favorecido pela escolha de leguminosas com maior potencial de penetração de suas raízes no solo.

Além do fornecimento de nitrogênio fixado biologicamente e da reciclagem de nutrientes, a adição dos resíduos vegetais de leguminosas herbáceas e outros adubos verdes ao solo afeta a disponibilidade de nutrientes por outros mecanismos. O incre-

mento do teor de matéria orgânica do solo pode reduzir a retenção de P (fósforo) na superfície de alguns minerais de argila, aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas.

A decomposição dos resíduos vegetais de adubos verdes permite ainda a liberação de compostos orgânicos que afetam a mobilidade de nutrientes ao longo do perfil do solo. Verificou-se, por exemplo, que os resíduos de aveia preta (*Avena strigosa*), manejados em solos que receberam calagem, transportam Ca (cálcio) para a subsuperfície, ao passo que os resíduos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) associam a capacidade de mobilização de Ca com a de imobilização do Al (alumínio)¹. A utilização de espécies vegetais com essas características mostra-se particularmente interessante em sistemas de plantio direto, que

¹ FRANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 2267-2276, 1999.

não permitem realizar a incorporação do calcário aplicado na superfície do terreno.

Cobertura do solo

A erosão constitui um dos principais problemas da agricultura tropical, provocando decréscimos na produtividade vegetal. A exposição do solo às chuvas pode causar o encrostamento de sua camada superficial, o que aumenta a velocidade de escoamento da enxurrada e as perdas de solo e água. A erosão contribui ainda para a destruição do potencial biológico das terras, num processo conhecido como desertificação.

Por meio da manutenção de cobertura do solo, é possível amenizar o escoamento da água das chuvas na superfície do terreno, reduzindo perdas de solo e água. Dentre os diversos tipos de cobertura do solo que auxiliam no controle da erosão, merecem destaque os adubos verdes.

O controle da erosão realizado pelos adubos verdes encontra-se relacionado ao fato de que essa prática agrícola eleva os teores de matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas. Dentre as propriedades físicas do solo, afetadas pelo aumento dos teores de matéria orgânica, destacam-se: estabilidade de agregados, densidade do solo e infiltração de água.

Os constituintes da matéria orgânica influenciam a agregação do solo, atuando como agentes ligantes, juntamente com os minerais de argila. Esse efeito permite reduzir a densidade do solo, mediante a decomposição dos resíduos, que libera compostos orgânicos capazes de afetar favoravelmente a porosidade do solo. Em virtude do aumento de porosidade e agregação do solo, a tendência de uma área protegida por cobertura vegetal é possuir maior infiltração de água.

Organismos edáficos benéficos

A adubação verde é capaz de causar impactos positivos sobre os diversos componentes da fauna do solo, alterando a densidade das populações e a diversidade de espécies. Além do fato de os resíduos vegetais servirem como fonte de energia e nutrientes, a manutenção da cobertura vegetal cria ambientes que favorecem os organismos do solo. Isso é particularmente importante para a agricultura, pois esses organismos aumentam a reciclagem de nutrientes, o que permite melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados ao solo.

Dentre os organismos do solo favorecidos pela adubação verde, destacam-se os rizóbios. Esses microrganismos associam-se às raízes de leguminosas num processo simbiótico, promovendo a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. O nitrogênio fixado é transferido para as leguminosas,

ao passo que os carboidratos produzidos por essas plantas são fornecidos às bactérias e servem como fonte de energia.

O cultivo com leguminosas é uma das formas mais eficientes de acrescentar esse nutriente aos agroecossistemas. A quantidade de nitrogênio fixado varia de acordo com a espécie vegetal utilizada como adubo verde e com as condições edafoclimáticas, podendo chegar a mais de 100 kg de N por hectare (Tabela 1). A inoculação das sementes de leguminosas favorece a fixação de nitrogênio, ao passo que o uso de fertilizantes minerais nitrogenados ou de alguns agrotóxicos junto com as sementes inoculadas inibe esse processo.

Além das bactérias fixadoras de nitrogênio, o cultivo com leguminosas herbáceas afeta a população de fungos micorrízicos arbusculares (MA) no solo. Esses fungos são capazes de formar simbiose com a maioria das espécies

Tabela 1. Estimativas da fixação biológica de nitrogênio por leguminosas herbáceas em cultivos solteiros.

Leguminosa	N fixado Quantidade (kg ha⁻¹)
Amendoim-forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>)	158-160
Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>)	78-183
Cudzu-tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	100-108
Guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	99-148
Siratro (<i>Macroptilium atropurpureum</i>)	62-71

Adaptado de: Espindola (2001)², Moreira (2003)³ e Pereira (2004)⁴.

² ESPINDOLA, J. A. A. **Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção da bananeira (*Musa spp.*)**. Seropédica: UFRuralRJ, 2001. 144p. (Tese de Doutorado).

³ MOREIRA, V. F. **Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades de plantio e cultivo de brócolos em faixas intercalares sob manejo orgânico**. Seropédica: UFRuralRJ, 2003. 62p. (Dissertação de Mestrado).

⁴ PEREIRA, A. J. **Produção de biomassa aérea e sementes de *Crotalaria juncea* a partir de diferentes densidades populacionais e épocas do ano**. Seropédica: UFRuralRJ, 2004. 130p. (Dissertação de Mestrado).

cultivadas, trazendo como vantagens o aumento da absorção de água e nutrientes, a agregação de partículas do solo e a resistência a determinados patógenos.

Uma das principais limitações à aplicação de fungos micorrízicos arbusculares em agroecossistemas está na dificuldade de obtenção de grandes quantidades de inoculante desses microrganismos. Assim, torna-se importante a adoção de práticas de manejo do solo capazes de favorecer a população de fungos MA nativos. O pré-cultivo com leguminosas como crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) permite o aumento do número de propágulos infectivos dos fungos MA nativos do solo⁵.

⁵ ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, p. 339-347, 1998.

Fitopatógenos

As leguminosas herbáceas empregadas como adubos verdes têm apresentado efeitos positivos no controle de doenças radiculares. Entre os fitopatógenos que podem ser controlados pelos adubos verdes, merecem destaque os nematóides. Pesquisas comprovaram a eficiência de leguminosas do gênero *Crotalaria* no controle de *Meloidogyne* spp⁶. De acordo com tais resultados, o consórcio entre quiabo e *Crotalaria juncea* mostra-se capaz de reduzir a incidência de nematóides, em comparação com o monocultivo. No entanto, deve-se estar atento para o fato de que outras leguminosas, como o labe-labe (*Lablab purpureum*), podem funcionar

⁶ RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. **Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 54).

como multiplicadoras das populações de nematóides do solo⁷.

Plantas invasoras

A agricultura influencia fortemente a população de ervas invasoras, sendo que, de maneira geral, a realização de monoculturas tende a favorecer a ocorrência dessas plantas. Esse processo pode ocasionar reduções na produtividade agrícola, em decorrência da competição entre plantas invasoras e culturas de interesse econômico.

Embora o método mais utilizado atualmente para o controle de plantas invasoras seja a aplicação de produtos químicos sintéticos (herbicidas), a adubação verde tem-se revelado uma alternativa viável ao uso desses produtos, sendo capaz de

⁷ COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

reduzir os riscos de contaminação ambiental.

Os efeitos de alguns adubos verdes sobre as plantas invasoras estão associados à liberação de substâncias alelopáticas durante a decomposição dos resíduos vegetais ou à maior eficiência na competição com invasoras por recursos como água, luz e nutrientes.

Decomposição dos resíduos de adubos verdes

Por meio da decomposição ou mineralização dos resíduos de adubos verdes, é possível fornecer nutrientes para outras espécies cultivadas. No entanto, para que esse fornecimento ocorra de maneira eficiente, deve haver sincronia entre a liberação de nutrientes pelos resíduos vegetais e a demanda da cultura de interesse econômico. Se houver alta taxa de

mineralização do nitrogênio contido no adubo verde antes do período de rápido crescimento da cultura, podem ocorrer perdas de N por lixiviação (carreamento para camadas profundas do solo) ou desnitrificação (perda, como gás). Entretanto, se a mineralização ocorrer após esse período, a cultura não terá condições de absorver o nitrogênio necessário ao seu desenvolvimento.

Diversos fatores estão relacionados com a decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo, tais como características edafoclimáticas, composição química dos resíduos e estratégias de manejo do solo e das plantas.

De maneira geral, a decomposição dos resíduos de adubos verdes tende a ser mais lenta durante períodos de estiagem ou de frio. Isso pode ser atribuído às menores precipitações pluviométricas ou temperaturas

ocorridas, criando condições capazes de restringir a atividade dos organismos decompositores.

Diversos indicadores têm sido estudados para explicar a influência da composição química dos resíduos vegetais na sua decomposição e liberação de nutrientes no solo. Entre os indicadores existentes na planta, é possível citar: teor de N, relação C/N (carbono/nitrogênio), teor de lignina e relação lignina/N, teor de polifenóis e relação polifenóis/N. Valores de relação C/N de alguns resíduos vegetais são apresentados na Tabela 2.

De maneira geral, resíduos com baixa relação C/N e reduzidos teores de lignina e polifenóis apresentam rápida mineralização e fornecem grande quantidade de nitrogênio para as outras culturas, ao passo que resíduos com alta relação C/N e elevados teores de lignina e polifenóis decompõem-se mais lentamente, podendo causar a imobilização de N para os cultivos posteriores.

Tabela 2. Relações C/N de resíduos vegetais de leguminosas e gramíneas empregadas como plantas de cobertura do solo.

Espécie	Relação C/N
Leguminosas	
Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>)	20
Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>)	27
Cudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	21
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformes</i>)	16
Mucuna-preta (<i>Mucuna aterrima</i>)	17
Gramíneas	
Capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>)	79
Gramma-batatais (<i>Paspalum notatum</i>)	39

Adaptado de: Espindola (2001)⁸; Espindola et al. (1998)⁹

⁸ ESPINDOLA, J. A. A. **Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção da bananeira (*Musa spp.*)**. Seropédica: UFRRJ, 2001. 144 p. (Tese de Doutorado)

⁹ ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, p. 339-347, 1998.

O manejo dos resíduos vegetais também afeta a disponibilidade de nutrientes nos agroecossistemas. Geralmente, a incorporação de leguminosas no solo proporciona uma liberação mais rápida de nitrogênio do que sua manutenção na superfície do terreno.

Escolha de leguminosas para uso da adubação verde

A escolha de espécies vegetais e o planejamento de uso da adubação verde devem seguir alguns critérios. Características ambientais, como temperatura, fertilidade do solo e disponibilidade de água, atuam como fatores limitantes à implantação e desenvolvimento dessa prática.

A temperatura exerce influência direta no metabolismo das plantas, afetando processos como a absorção e o transporte de nutrientes. A altitude mostra-se ligada à

temperatura média do ar, sendo um critério importante para a escolha de espécies adaptadas ao frio.

A Região Sudeste do Brasil apresenta duas estações climáticas distintas: um verão quente e chuvoso e um inverno seco com temperaturas amenas. Isso significa que o verão é um período mais propício ao desenvolvimento dos adubos verdes, ao passo que, no inverno, essas plantas tendem a apresentar um crescimento mais lento. A redução da massa vegetal de leguminosas herbáceas cultivadas durante o inverno pode estar associada não só à diminuição da temperatura e da disponibilidade de água, mas também à sensibilidade de algumas espécies quando expostas a dias curtos.

Com relação à fertilidade do solo, algumas leguminosas herbáceas são beneficiadas pela calagem e adubação mineral. No entanto, nem sempre essas práticas são economicamente viáveis para

o plantio de adubos verdes. Torna-se importante então proceder à identificação de plantas adaptadas a condições de reduzida fertilidade do solo.

A seguir, apresenta-se uma lista de leguminosas empregadas como adubo verde e suas exigências edafoclimáticas:

Leguminosas adaptadas às baixadas úmidas:

- Centrosema (*Centrosema pubescens*)
- Cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- Sesbânia (*Sesbania sesban*)

Leguminosas adaptadas às condições de frio:

- Chícharo (*Lathyrus sativus*)
- Ervilhaca-comum (*Vicia sativa*)
- Tremoço-branco (*Lupinus albus*)

-
- Trevo-branco (*Trifolium repens*)
 - Trevo-vermelho (*Trifolium pratense*)

Leguminosas adaptadas às condições de déficit hídrico:

- Caupi (*Vigna unguiculata*)
- Cunhã (*Clitoria ternatea*)
- Estilosantes (*Stylosanthes guianensis*)
- Feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*)
- Feijão-mungo (*Vigna radiata*)
- Galáxia (*Galactia striata*)
- Guandu (*Cajanus cajan*)

Leguminosas adaptadas às condições de sombreamento:

- Cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)

Leguminosas adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo:

- Amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*)
- Crotalária (*Crotalaria juncea*)
- Cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- Feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*)
- Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)
- Guandu (*Cajanus cajan*)
- Indigófera (*Indigofera* spp.)
- Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*)
- Siratro (*Macroptilium atropurpureum*)

O processo de escolha das leguminosas para adubação verde deve levar em consideração as características fitotécnicas das plantas. Na Tabela 3, encontram-se algumas características das principais leguminosas tropicais usadas com maior frequência como adubos verdes. A soja

Tabela 3. Características de algumas leguminosas tropicais herbáceas e arbustivas utilizadas para adubação verde.

Nome vulgar	Espécie		Ciclo	Hábito de crescimento	Sementes	
	Nome científico	Dureza			Massa (g/100 sem.)	
Feijão-bravo-do-ceará	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Perene	Volúvel	Sim	60,0	
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Anual	Ereto	Não	115,0	
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	Anual	Ereto	Não	5,0	
Labe-labe	<i>Lablab purpureum</i>	Anual	Volúvel	Não	25,0	
Mucuna-preta	<i>Mucuna aterrima</i>	Anual	Volúvel	Não	70,0	
Mucuna-cinza	<i>Mucuna pruriens</i>	Anual	Volúvel	Não	110,0	
Soja	<i>Glycine max</i>	Anual	Ereto	Não	15,0	
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Semiperene	Ereto	Não	10,0	
Amendoim-forrageiro ⁽¹⁾	<i>Arachis pintoi</i>	Perene	Rastejante	Não	15,0	
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,5	
Centrosema	<i>Centrosema pubescens</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,5	
Cunhã	<i>Clitoria ternatea</i>	Perene	Volúvel	Sim	4,6	
Galáxia	<i>Galactia striata</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,5	
Soja-perene	<i>Glycine wightii</i>	Perene	Volúvel	Sim	0,5	
Siratru	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,5	
Cudzu-tropical	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,2	
Estilosantes	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Perene	Ereto	Sim	0,2	

⁽¹⁾O plantio pode ser feito com mudas.

Fonte: Tabela preparada pelos autores.

(*Glycine max*), amplamente conhecida como produtora de grãos, também foi incluída por apresentar potencial para essa prática. As Fig. de 1 a 4 ilustram algumas dessas leguminosas.

Características como o ciclo vegetativo e o hábito de crescimento são determinantes, especialmente quando o adubo verde é plantado em consórcio. As leguminosas podem apresentar hábito de crescimento ereto, prostrado ou volúvel. Cuidados especiais devem ser dispensados às espécies de hábito volúvel, que podem atuar como trepadeiras, prejudicando o desenvolvimento das culturas de interesse econômico.

Quanto ao ciclo, as leguminosas herbáceas classificam-se em anuais e perenes. As espécies anuais completam o ciclo vegetativo dentro de alguns meses, interrompendo seu crescimento e sofrendo queda de folhas a partir da floração. Já as



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 1. Crotalária (*Crotalaria juncea*).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 2. Guandu (*Cajanus cajan*).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 3. Ervilhaca-comum (*Vicia sativa*).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 4. Mucuna-cinza (*Mucuna pruriens*).

espécies perenes mantêm suas folhas durante o período de floração, formando uma cobertura permanente do solo.

De maneira geral, as leguminosas anuais mostram-se capazes de cobrir o solo mais rapidamente que as perenes (Tabela 4), possibilitando maior produtividade em menor intervalo de tempo. Destaca-se ainda que as leguminosas perenes podem ser manejadas

Tabela 4. Período necessário para a cobertura completa do terreno por algumas leguminosas herbáceas.

Espécie	Época de plantio	Cobertura do terreno (dias)
Calopogônio	Março	105-110
Cudzu-tropical	Março	105-110
Estilosantes	Março	135-140
Siratro	Março	105-110
Amendoim-forrageiro	Dezembro	105-110
Centrosema	Dezembro	90-95
Galácia	Dezembro	115-120
Mucuna-cinza	Dezembro	35-40

Adaptado de: Espindola et al. (1997)¹⁰.

¹⁰ ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde:** estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p. (Documentos, 42).

com roçadas, pois rebrotam com facilidade. Por sua vez, as anuais não apresentam facilidade para rebrotar, com exceção das crotalárias e do guandu, que suportam cortes quando não são feitos próximo da superfície do terreno. A capacidade de rebrotar das espécies perenes confere compensação de produtividade ao longo do tempo, justificando sua utilização em agroecossistemas.

Outras características, como a dureza e a massa das sementes, podem determinar o sucesso no estabelecimento dos adubos verdes, principalmente no caso das leguminosas perenes. Como a maioria dessas espécies apresenta sementes duras e pequenas (Tabela 3), é preciso quebrar essa dureza e fazer a semeadura com reduzida profundidade (em torno de 0,5 a 3,0 cm, dependendo da leguminosa), a fim de garantir que a espécie escolhida se estabeleça de maneira satisfatória.

A quebra de dormência é feita colocando-se as sementes num recipiente com água que foi aquecida à temperatura de 90°C. Do ponto de vista prático, é possível saber que essa temperatura foi alcançada quando se formam bolhas no fundo do recipiente. Nesse ponto, o recipiente é retirado do fogo e as sementes são colocadas na água aquecida durante o período de 1 hora. As sementes são então postas para secar, devendo ser plantadas em até 12 horas.

Formas de utilização dos adubos verdes

A prática da adubação verde é classificada em diferentes modalidades, de acordo com sua utilização. A classificação mais comum envolve a presença dos adubos verdes em rotação ou em consórcio com outras espécies, levando-se em consideração o período de cultivo:

Adubação verde no período das águas, em cultivo solteiro – Faz-se o plantio dos adubos verdes no período de outubro a janeiro. A ocorrência de chuvas, associada às altas temperaturas dessa época do ano, permite a produção de grandes quantidades de massa vegetal. Quando se utilizam leguminosas, ocorre ainda um considerável acréscimo de nitrogênio ao solo.

A principal desvantagem desse tipo de adubação verde está na ocupação de áreas agrícolas durante um período propício ao plantio de culturas de interesse econômico. Uma alternativa para esse problema consiste no plantio de leguminosas em glebas submetidas a pousio, deixando-se o restante da área para as outras culturas. No ano seguinte, realiza-se então uma rotação.

Entre as espécies utilizadas para essa modalidade, estão as crotalárias, as mucunas, o feijão-de-porco e o guandu. A aduba-

ção verde em cultivo solteiro, no período das águas, pode beneficiar a produção de olerícolas em regiões onde as elevadas temperaturas inviabilizam seu cultivo durante o verão.

Existe ainda a possibilidade de associar essa forma de adubação verde com o plantio direto em sistemas de produção orgânica. A formação de grande quantidade de palhada favorece a proteção do solo e dificulta o estabelecimento de plantas invasoras (Fig. 5).

Adubação verde no período de estiagem, em cultivo solteiro – A semeadura dos adubos verdes é feita entre os meses de fevereiro e abril. O cultivo dessas plantas permite a proteção de áreas que normalmente não são cultivadas nessa época do ano, além de diminuir a infestação do terreno por plantas invasoras.



Foto: Vinícius Vitói Silva

Fig. 5. Cultivo de brócolos sobre palhada de crotalária, em sistema de plantio direto.

A desvantagem dessa modalidade relaciona-se à reduzida produção de massa vegetal em decorrência das condições climáticas adversas, com baixas temperaturas e quedas na precipitação pluvial. Na Região Sul do Brasil, é possível o plantio de espécies que toleram baixas temperaturas, como é o caso da ervilhaca, do tremoço e dos trevos.

Já nas regiões onde se observam temperaturas mais elevadas durante o inverno, como é o caso do Sudeste brasileiro, podem ser empregadas as mesmas espécies citadas para a modalidade anterior, devendo-se evitar o plantio tardio de leguminosas mais sensíveis ao fotoperíodo, como é o caso das crotalárias.

Adubação verde consorciada com culturas anuais – O adubo verde é semeado nas entrelinhas da cultura de interesse econômico, permitindo a produção durante todo o ano. Esse sistema mostra-se particularmente interessante em pequenas propriedades rurais, pois permite otimizar o aproveitamento de recursos como luz, água e nutrientes.

Esse tipo de consórcio não é recomendado para condições de reduzida disponibilidade de água, ocasionadas por ocorrência de veranico ou plantio em período seco do ano, sem irrigação. Entre

os exemplos de consórcios bem sucedidos, é possível citar os seguintes exemplos: abóbora com guandu, batata-doce com crotalária, berinjela com caupi, cana com crotalária, milho com crotalária, milho com feijão-de-porco, quiabo com crotalária (Fig. 6).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 6. Consórcio de milho com crotalária.

Adubação verde consorciada com culturas perenes – Nessa modalidade, o adubo verde é cultivado entre as fileiras de plantas frutíferas ou de outras espécies perenes. Sua principal vantagem está na formação de uma cobertura viva permanente (quando o adubo verde é uma leguminosa perene) o que elimina a necessidade de novos plantios, a cada ano, e contribui para o controle de plantas invasoras.

As leguminosas com hábito de crescimento volúvel devem ser recomendadas com cautela, fazendo-se o coroamento das culturas perenes quando for necessário. Podem ser citados os seguintes exemplos de consórcios bem sucedidos entre leguminosas e culturas perenes: banana com cudzu-tropical, café com guandu, figo com siratro, maracujá com amendoim-forrageiro (Fig. 7 e 8).

Cultivo em aléias e faixas intercalares – O cultivo em aléias e faixas intercalares consiste em consorciar culturas econômicas,



Foto: José Antonio Azevedo Espíndola

Fig. 7. Consórcio de banana com cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 8. Consórcio de figo com siratro (*Macroptilium atropurpureum*).

anuais ou perenes, com leguminosas arbóreas ou arbustivas. Nesse sistema, as leguminosas são estabelecidas em fileiras simples ou duplas, com espaçamentos variáveis desde 4 até 10 m de distância, realizando-se podas e manejando-se os resíduos das plantas anteriormente e durante o cultivo econômico. Cuidados são necessários, a fim de evitar prejuízos decorrentes do sombreamento e da competição por água e nutrientes com a cultura principal. A massa vegetal proveniente da poda da folhagem e ramos jovens das leguminosas é adicionada ao solo, sendo mantida em cobertura ou incorporada ao solo. A folhagem de algumas espécies pode ser utilizada como forragem para alimentação animal.

As espécies empregadas como adubos verdes nesse sistema de cultivo devem apresentar as seguintes características: fácil estabelecimento no campo, crescimento rápido, tolerância ao corte, alta capacidade de rebrota, alta produção de massa vegetal,

potencial de fixação biológica do N atmosférico e os resíduos devem ser de fácil decomposição. Também é desejável que as espécies sejam tolerantes a condições adversas de solo, principalmente a alta acidez e a baixa fertilidade química. Em condições de clima tropical, são utilizadas com maior frequência nesse sistema de manejo: (*Gliricidia sepium*), caliandra (*Calliandra* spp.), eritrina (*Erythrina* spp.), guandu (*Cajanus cajan*), entre outras (Fig. 9 e 10).



Foto: José Guilherme Marinho Guerra

Fig. 9. Cultivo de hortaliças entre aléias de gliricídia (*Gliricidia sepium*).



Foto: Viviane Fernandes Moreira

Fig. 10. Cultivo de brócolos entre faixas de guandu.

Considerações finais

Procurou-se mostrar, ao longo desse texto, que a adubação verde é uma prática agrícola capaz de melhorar as propriedades do solo, auxiliando no controle de fitopatógenos e plantas invasoras. A fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas contribui de maneira significativa para o fornecimento desse nutriente para outras

culturas, podendo levar à auto-suficiência dos agroecossistemas em relação a esse elemento.

Apesar dessas vantagens, ainda necessita-se realizar a validação de informações que permitam a incorporação da prática da adubação verde nas unidades de produção. Entre os aspectos a serem validados, merece destaque a necessidade da escolha de espécies mais adequadas para as condições de solo e clima de determinadas regiões. Outro ponto importante é a busca de estratégias de manejo capazes de aumentar a sincronização dos ciclos da leguminosa e da cultura principal, garantindo que a liberação de nutrientes contidos nos resíduos do adubo verde ocorra no momento de maior demanda desses nutrientes pela cultura de interesse econômico.

Em algumas regiões, a reduzida disponibilidade de sementes de leguminosas pode dificultar a difusão do seu uso como

adubos verdes. Nesse sentido, é importante estimular a produção de sementes pelos próprios agricultores, favorecendo sua independência em relação a esse insumo e permitindo-lhes a geração de uma nova fonte de renda.

O sucesso da adoção da adubação verde depende do amplo esclarecimento dos pontos abordados neste trabalho e da formação de áreas cultivadas para a produção de sementes. Com isso, será possível viabilizar a realização dessa prática pelos agricultores e aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Endereços

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB,)

Av. W3 Norte (final)

CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 340-9999

Fax: (61) 340-2753

vendas@sct.embrapa.br

Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, Km 7,

Caixa Postal 74505

CEP 23851-970

Seropédica, RJ

Fone: (21) 2682-1500

Fax: (21) 2682-1230

sac@cnpab.embrapa.br

Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

Embrapa

Agrobiologia

A Embrapa, por meio da
Embrapa Informação Tecnológica,
coloca em suas mãos as
tecnologias geradas e testadas
em 31 anos de pesquisa.

As informações que você
precisa para o crescimento
e desenvolvimento
da agropecuária
estão à sua disposição.

Consulte-nos.

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



ISBN 85-7383-284-3



CGPE 4897