



**Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**

Área cultivada com guandu (*Cajanus cajan*)

**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa***

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimárzio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Dietrich Gerhard Quast*

*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiral*

Membros

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*

Diretores Executivos

**Embrapa Agrobiologia**

*José Ivo Baldani*

Chefe Geral

*Eduardo Francia Carneiro Campello*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Rosângela Stralio*

Chefe Adjunto Administrativo

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 621-633, 2000.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1517-8498  
outubro/2004*

## **Documentos 174**

**Estratégias para utilização de leguminosas  
para adubação verde em unidades de  
produção agroecológica**

José Antonio Azevedo Espindola  
Dejair Lopes de Almeida  
José Guilherme Marinho Guerra

*Seropédica – RJ  
2004*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

**Embrapa Agrobiologia**

BR465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2682-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: [www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)

e-mail: [sac@cnpab.embrapa.br](mailto:sac@cnpab.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)  
José Guilherme Marinho Guerra  
Maria Cristina Prata Neves  
Verônica Massena Reis  
Robert Michael Boddey  
Maria Elizabeth Fernandes Correia  
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

Expediente:

Revisores e/ou ad hoc: Helvécio De-Polli e Marta dos Santos Freire Ricci

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Félix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

1ª impressão (2004): 50 exemplares

E77e Espindola, José Antonio Azevedo.

Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica / Dejour Lopes de Almeida, José Guilherme Marinho Guerra. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).

ISSN 1517-8498

1. Agroecologia. 2. Ecologia vegetal. 3. Adubação verde. 4. Leguminosas. I. Almeida, D. L. de. II. Guerra, J. G. M. III. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). IV. Título. V. Série.

CDD 581.7

RESENDE, A. S. de. **A fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar: uso de adubos verdes.** 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

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. (Embrapa Agrobiologia, Comunicado Técnico, 54).

SILVA, V. V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleracea* var. *italica*) em sistema de plantio direto.** 2002. 81 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P.; LIMA, J. M. de; CARVALHO, A. M. de. Rotação adubo verde-milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 649-654, 1997.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; MELGAR, R. J. Nitrogen supplied to corn by legumes in a Central Amazon Oxisol. **Tropical Agriculture**, London, v. 68, p. 366-372, 1991.

STUTE, J. K.; POSNER, J. L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 1063-1069, 1995.

SZOTT, L. T.; PALM, C. A. Nutrient stocks in managed and natural humid tropical fallows. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 186, p. 293-309, 1996.

WILSON, G. F.; KANG, B. T. Developing stable and productive cropping systems for the humid tropics. In: STONEHOUSE, B. (Ed.). **Biological husbandry: a scientific approach to organic farming.** London, England: Butterworth, 1981, p.193-203.

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.** 2003. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

OLIVEIRA, N. G. de. **Plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas perenes de gramínea e leguminosa sob manejo orgânico.** 2004. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

PADOVAN, M. P. **Desempenho da soja, sob manejo orgânico, para produção de grãos e adubação verde.** 2002. 88 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

PANKHURST, C. E.; LYNCH, J. M. The role of soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems.** Victoria: CSIRO, 1994. p. 3-9.

PERIN, A. **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo.** 2001. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

PERIN, A.; LIMA, E. A. de; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; BUSQUET, R. N. B. **Contribuição da cobertura viva de solo com leguminosas herbáceas perenes no 2º ciclo de produção de bananeiras cultivar Nanicão.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 6 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 53).

PINTO, L. F. G.; CRESTANA, S. Viabilidade do uso da adubação verde nos agroecossistemas da região de São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 329-336, 1998.

## Autores

José Antonio Azevedo Espindola  
Engenheiro Agrônomo, PhD em Ciência do Solo  
Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.  
BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: jose@cnpab.embrapa.br

Dejair Lopes de Almeida  
Engenheiro Agrônomo, PhD em Ciência do Solo  
Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.  
BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: dejair@cnpab.embrapa.br

José Guilherme Marinho Guerra  
Engenheiro Agrônomo, PhD em Ciência do Solo  
Pesquisador da Embrapa Agrobiologia.  
BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: gmguerra@cnpab.embrapa.br

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.*)**. 2001. 144 p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

FILSER, J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 303-308, 1995.

FRASER, P. M. The impact of soil and crop management practices on the dynamics of soil macrofauna. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p. 125-132.

GUPTA, V. V. S. R. The impact of soil and crop management practices on the dynamics of soil microfauna and mesofauna. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p. 107-124.

HODTKE, M.; ALMEIDA, D. L. de; KOPKE, U.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; UNKOVICH, M. Balanço de nitrogênio em diferentes sistemas de produção orgânica para milho e caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. Seção Temática 4. 1 CD-ROM.

KANG, B. T.; REYNOLDS, L.; ATTA-KRAH, A. N. Alley farming. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 43, p. 315-359, 1990.

KUMAR, V.; GHOSCH, B. C.; BHAT, R. Recycling of crop wastes and green manure and their impact on yield and nutrient uptake of wetland rice. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 132, p. 149-154, 1999.

autor, a presença das faixas pode não proporcionar ganhos de rendimento a curto prazo, principalmente se no manejo da cultura econômica não é reduzida ou eliminada a entrada de N através de adubação. Contudo, o sistema de cultivo entre faixas intercalares formadas por leguminosas pode se tornar particularmente importante em áreas intensamente cultivadas e declivosas, onde cuidados com relação ao controle da erosão são fundamentais.

## 5. Referências Bibliográficas

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 592 p.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 175-185, 1995.

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

DANSO, S. K. A.; BOWEN, G. D. E.; SANGINGA, N. Biological nitrogen fixation in trees in agroecosystems, **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 141, p. 177-196, 1992.

DEMÉTRIO, R.; GUERRA, J.G.M.; SANTOS, G. de A.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; CAMARGO, F. A. de O. Absorção de nitrogênio do solo pelo milho influenciada pela adição de diferentes resíduos de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 481-486, 1998.

DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. **Inoculação de leguminosas**. Seropédica, RJ: EMBRAPA-UAPNPBS, 1985. 31 p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Circular Técnica, 1).

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. (Ed.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p. 225-242.

## Apresentação

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e a conservação ambiental tem resultado na busca pelo setor produtivo de tecnologias para a implantação de sistemas de produção agrícola com enfoques ecológicos, rentáveis e socialmente justos. O enfoque agroecológico do empreendimento agrícola se orienta para o uso responsável dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, energia e minerais).

Dentro desse cenário, a Embrapa Agrobiologia orienta sua programação de P&D para o avanço de conhecimento e desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável.

A agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada apoia-se em práticas conservacionistas de preparo do solo, rotações de culturas e consórcios, no uso da adubação verde e de controle biológico de pragas, bem como no emprego eficiente dos recursos naturais. Infere-se daí que os processos biológicos que ocorrem no sistema solo/planta, efetivados por microrganismos e pequenos invertebrados, constituem a base sobre a qual a agricultura agroecológica se sustenta.

O documento 174 aborda as estratégias que devem ser usadas para a utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. A adubação verde tem um caráter multifuncional já que além da adição de N ao sistema promove efeitos benéficos sobre as características químicas, físicas e biológicas dos solos assim como contribui para o aumento da diversidade biológica da unidade de produção. O documento define a escolha da espécie de leguminosa apropriada para cada condição edafoclimática da região em estudo e também discute as diferentes modalidades de utilização dos adubos verdes.

José Ivo Baldani

Chefe Geral da Embrapa Agrobiologia

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	7
2. Efeitos da Adubação Verde nos Agroecossistemas .....	7
3. Escolha de Leguminosas para a Adubação Verde .....	10
a. Leguminosas adaptadas às baixadas úmidas .....	11
b. Leguminosas adaptadas às condições de frio .....	11
c. Leguminosas adaptadas às condições de reduzida umidade do solo.....	11
d. Leguminosas adaptadas às condições de sombreamento .....	11
e. Leguminosas adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo .....	11
4. Formas de Utilização dos Adubos Verdes .....	14
a. Cultivo prévio da leguminosa anual, seguido do plantio da cultura econômica anual .....	14
b. Consórcio de leguminosa anual ou perene com a cultura econômica anual .....	16
c. Consórcio de leguminosa perene com a cultura econômica perene .....	17
d. Cultivo em faixas intercalares de leguminosa semi-perene ou arbórea com cultura econômica anual ou perene.....	18
5. Referências Bibliográficas.....	19

al., 1992; Szott & Palm, 1996). Em condições de clima tropical, são utilizadas com maior frequência as seguintes espécies: leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), caliandra (*Calliandra* spp.), eritrina (*Erythrina* spp.), guandu (*Cajanus cajan*), entre outras.



**Foto 4.** Cultivo de brócolos entre faixas de guandu.

Moreira (2003) avaliou o desempenho de brócolos entre faixas intercalares de guandu e notou que o cultivo dessa hortaliça entre as faixas que não receberam poda acarretou queda na produção de inflorescências, quando comparado com o cultivo na presença de faixas podadas ou na ausência de faixas. Esses resultados foram associados ao sombreamento provocado pelo guandu não podado, que limitou o desenvolvimento vegetativo do brócolos e, em consequência, a produção de inflorescências. Como destaca o



Espindola (2001) constatou a contribuição trazida pelo consórcio entre bananeira cultivar Nanicão e algumas leguminosas herbáceas perenes, verificando que amendoim forrageiro, cudzu tropical e siratro possibilitaram aumentos na produtividade daquela cultura durante o primeiro ciclo de produção, em comparação com as bananeiras consorciadas com vegetação espontânea. Perin et al. (2002) relatam, para o mesmo experimento, que durante o segundo ciclo de produção houve uma queda na produtividade da bananeira consorciada com amendoim forrageiro, enquanto as demais leguminosas mantiveram valores próximos dos observados no primeiro ciclo. Os autores relacionaram o efeito depressivo causado pelo amendoim forrageiro com a competição por água. Tal resultado demonstra a necessidade uma maior atenção por parte de agricultores e técnicos na escolha de leguminosas mais adequadas para esse tipo de consórcio em condições de reduzida disponibilidade de água.

#### **d) Cultivo em faixas intercalares de leguminosa semi-perene ou arbórea com cultura econômica anual ou perene**

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 evitarem-se prejuízos decorrentes do sombreamento e da competição por água e nutrientes com a cultura principal (Wilson & Kang, 1981). A biomassa proveniente da poda da folhagem e ramos jovens das leguminosas é adicionada ao solo, sendo mantida em cobertura ou incorporada ao solo.

As espécies empregadas como adubos verdes nessa modalidade devem apresentar, de acordo com Kang et al. (1990), as seguintes características: fácil estabelecimento no campo, crescimento rápido, tolerância ao corte, alta capacidade de rebrota, alta produção de biomassa, potencial de fixação biológica do N atmosférico e os resíduos serem 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 (Danso et

## **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**

---

*José Antonio Azevedo Espindola  
Dejair Lopes de Almeida  
José Guilherme Marinho Guerra*

### **1. Introdução**

---

A adubação verde é uma técnica que consiste no plantio de espécies nativas ou introduzidas, cultivadas em rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem ser de ciclo anual, semi-perene ou perene e, portanto, cobrem o terreno ao longo de alguns meses ou durante todo o ano. Após seu corte, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do solo.

Embora espécies de várias famílias botânicas sejam cultivadas como adubos verdes, merecem destaque aquelas da família Leguminosae. As leguminosas, além de proporcionarem benefícios similares aos obtidos com espécies de outras famílias, têm como particularidade o fato de formarem associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Como resultado da simbiose, quantidades expressivas desse nutriente essencial às plantas cultivadas se tornam disponíveis após o corte da leguminosa (Smyth et al., 1991).

### **2. Efeitos da Adubação Verde nos Agroecossistemas**

---

Ao contrário da adubação mineral nitrogenada, a adubação verde com leguminosas não se restringe à adição de N ao solo, revelando um caráter multifuncional capaz de trazer efeitos benéficos sobre características físicas, químicas e biológicas dos solos. Além disso, a adubação verde contribui para um aumento de diversidade

biológica na unidade de produção, notadamente onde predominam os monocultivos, proporcionando alterações na dinâmica da população de espécies vegetais de ocorrência espontânea, na dinâmica populacional de insetos pragas, predadores e polinizadores, e de microrganismos parasitas e fitopatogênicos.

A influência da adubação verde sobre as características físicas do solo manifesta-se, essencialmente, a partir da elevação dos teores de matéria orgânica, favorecendo o aumento da estabilidade de agregados, da porosidade e da capacidade de retenção de umidade (De-Polli et al., 1996).

Devido aos aumentos na porosidade e agregação do solo, a tendência de uma área protegida por cobertura vegetal é possuir maior infiltração básica de água. Wutke et al. (2000) relatam que a velocidade de infiltração básica de água foi incrementada em solo submetido à rotação de feijoeiro com milho e leguminosas como *Crotalaria juncea* e mucuna preta (*Mucuna aterrima*). Como consequência desse fato, o emprego desses adubos verdes revela-se como uma estratégia capaz de auxiliar no controle da erosão.

Os efeitos da adubação verde sobre as características químicas do solo têm sido amplamente avaliados. Quando se utiliza leguminosas, essa prática permite alcançar maiores teores de nitrogênio no solo, devido à fixação biológica. Estudos conduzidos por Demétrio et al. (1998) relatam um aumento linear dos teores de N no solo com a incorporação de feijão bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*).

Com relação aos demais nutrientes, essa prática pode contribuir para sua reciclagem. Quantidades consideráveis de N, P e K são disponibilizados para as culturas de interesse econômico através da decomposição dos resíduos de adubos verdes (Kumar et al., 1999). Esse processo de reciclagem de nutrientes é favorecido pela escolha de leguminosas para adubação verde com maior potencial para penetração de raízes no solo (Alvarenga et al., 1995).

Alguns solos encontrados em regiões tropicais apresentam elevada capacidade de adsorção de fósforo, reduzindo a disponibilidade



**Foto 3.** Cultivo de alface e feijão vagem sobre cobertura viva de amendoim forrageiro e grama batatais.

### **c) Consórcio de leguminosa perene com a cultura econômica perene**

Nessa modalidade, o adubo verde é cultivado entre as fileiras de frutíferas ou de outras espécies perenes. Sua principal vantagem está relacionada à formação de uma cobertura viva permanente, sem que haja necessidade de novos plantios a cada ano. As leguminosas de hábito de crescimento volúvel devem ser recomendadas com cautela, procedendo-se o coroamento das culturas perenes quando for necessário.

## **b) Consórcio de leguminosa anual ou perene com a cultura econômica anual**

O adubo verde é semeado nas entrelinhas da cultura de interesse econômico, permitindo a produção durante todo o ano. Essa modalidade mostra-se particularmente interessante em pequenas propriedades rurais, pois favorece uma melhor utilização dos recursos naturais disponíveis no agroecossistema (Altieri, 2002).

Esse tipo de consórcio não é recomendado para condições de reduzida disponibilidade de água, onde pode ocorrer intensa competição entre a leguminosa e a cultura econômica por água e nutrientes.

A utilização de adubos verdes em condições de clima tropical pode sofrer rápida mineralização dos resíduos vegetais, o que implica em perdas de nitrogênio. Hodtke et al. (1997) realizaram um experimento de campo visando avaliar o fornecimento desse nutriente para a cultura do milho através do consórcio com caupi (*Vigna unguiculata*). Os autores constataram a eficiência dessa prática, especialmente no consórcio de milho com duas linhas de caupi, que aumentou a produtividade dos grãos e o teor de nitrogênio na folha índice do milho aos oito dias após a roçada do caupi.

Outra possibilidade de consórcio entre adubos verdes e culturas anuais consiste no uso de coberturas vivas com leguminosas herbáceas perenes em áreas com hortaliças. Oliveira (2004) estudou o plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas de amendoim forrageiro e grama batatais (*Paspalum notatum*), constatando que tal prática pode substituir o cultivo dessas hortaliças em canteiros, favorecendo maior proteção do solo sem causar prejuízos em termos de produtividade.

desse nutriente para as plantas cultivadas. Silva et al. (1997) demonstraram que a rotação de leguminosas e gramíneas em um Latossolo Vermelho-Escuro foi capaz de reduzir esse fenômeno em relação ao solo descoberto. Os autores associaram esse efeito ao incremento do teor de matéria orgânica do solo, levando à formação de complexos que bloqueiam os sítios de adsorção de P na superfície dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

A adubação verde traz impactos positivos sobre os componentes da fauna do solo, alterando a densidade das populações e a diversidade de espécies (Fraser, 1994; Filser, 1995). Além do fato dos resíduos vegetais servirem como fonte de energia e nutrientes, a manutenção da cobertura vegetal cria microhabitats favoráveis para os organismos do solo (Gupta, 1994). Isso é particularmente importante para a agricultura, pois tais organismos aumentam a reciclagem de nutrientes, o que permite um melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados ao solo (Pankhurst & Lynch, 1994).

Dentre os organismos do solo favorecidos pela adubação verde, destacam-se bactérias fixadoras de nitrogênio, conhecidas genericamente como rizóbios. Tais microrganismos associam-se às raízes de leguminosas num processo simbiótico, promovendo a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Embora alguns rizóbios sejam encontrados naturalmente no solo, a inoculação de sementes de leguminosas com essas bactérias favorece uma maior eficiência no processo de fixação biológica de nitrogênio (De-Polli & Franco, 1985).

Além de favorecer organismos benéficos do solo, algumas leguminosas herbáceas também atuam no controle de fitopatógenos. Num experimento de consórcio entre quiabo e *Crotalaria juncea*, Ribas et al. (2002) realizaram uma avaliação do dano causado por nematóides nas raízes da cultura de interesse comercial. Segundo esses autores, o consórcio com a leguminosa acarretou redução significativa da incidência de nematóides, quando comparado ao monocultivo. No entanto, deve-se estar atento para o fato de que outras leguminosas, como o labe-labe (*Lablab*

*purpureum*), podem funcionar como multiplicadoras das populações de nematóides do solo (Costa, 1993).



**Foto 1.** Consórcio de *Crotalaria juncea* com quiabeiro.

### **3. Escolha de Leguminosas para a Adubação Verde**

Uma maior eficiência dos adubos verdes é potencializada através da escolha de espécies vegetais adequadas para as condições edafoclimáticas da região, associada ao planejamento de seu uso. Pinto & Crestana (1998) indicam que fatores como temperatura, disponibilidade de água e fertilidade do solo podem ser limitantes à implantação e desenvolvimento dessa prática. Alguns exemplos de leguminosas adaptadas para ambientes específicos são citados a seguir:

em cultura do brócolos, proporcionando a produção de grande quantidade de palhada e dificultando o estabelecimento de plantas espontâneas.



**Foto 2.** Área cultivada com *Crotalaria juncea*.

Além das leguminosas tradicionalmente empregadas como adubos verdes, têm sido estudado o potencial da soja para essa finalidade nas condições de Seropédica, RJ. De acordo com Padovan (2002), essa espécie apresenta alta produção de biomassa vegetal e acumulação de N na parte aérea em curto período de tempo, o que torna interessante o seu uso em cultivo prévio com outras culturas.

normalmente, há maior demanda metabólica pelos nutrientes essenciais (Stute & Posner, 1995).

#### **4. Formas de Utilização dos Adubos Verdes**

A prática da adubação verde pode ser classificada em diferentes modalidades, de acordo com sua utilização:

##### **a) Cultivo prévio da leguminosa anual, seguido do plantio da cultura econômica anual**

A leguminosa anual ocupa o terreno durante um período de pousio, sendo seguida pela cultura de interesse econômico. O cultivo do adubo verde num período com forte ocorrência de chuvas e altas temperaturas favorece a produção de grandes quantidades de biomassa vegetal. Nesse caso, a utilização de leguminosas permite ainda um considerável acréscimo de nitrogênio ao solo após o corte do adubo verde. Uma desvantagem associada à essa modalidade em tais condições climáticas consiste no fato de que esse é o período mais favorável ao plantio de culturas econômicas. Costa (1993) aponta como solução para esse problema a possibilidade de se realizar o plantio de leguminosas em apenas uma parte da área a ser cultivada, deixando-se o restante do terreno para as outras culturas. No ano seguinte, realiza-se então uma rotação.

Outra possibilidade de uso consiste em cultivar o adubo verde num período menos favorável à agricultura, com a ocorrência de baixas temperaturas ou reduzidas precipitações pluviais. Em tais condições, áreas que normalmente não são cultivadas nessa época do ano podem ser ocupadas por leguminosas, promovendo uma proteção contra a erosão do solo e reduzindo a infestação do terreno por plantas espontâneas. A desvantagem dessa modalidade está na reduzida produção de biomassa vegetal pelos adubos verdes, devido às condições climáticas adversas.

Estudos recentes têm evidenciado a possibilidade de associar essa forma de adubação verde com o plantio direto em sistemas de produção orgânica. Silva (2002) constatou os benefícios trazidos pelo cultivo prévio com *Crotalaria juncea* e sorgo (*Sorghum bicolor*)

##### **a) Leguminosas adaptadas às baixadas úmidas:**

- ♦ Centrosema (*Centrosema pubescens*)
- ♦ Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)

##### **b) Leguminosas adaptadas às condições de frio:**

- ♦ Ervilhaca comum (*Vicia sativa*)
- ♦ Tremoço branco (*Lupinus albus*)
- ♦ Trevo branco (*Trifolium repens*)
- ♦ Trevo vermelho (*Trifolium pratense*)

##### **c) Leguminosas adaptadas às condições de reduzida umidade do solo:**

- ♦ Caupi (*Vigna unguiculata*)
- ♦ Cunhã (*Clitoria ternatea*)
- ♦ Feijão bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*)
- ♦ Guandu (*Cajanus cajan*)

##### **d) Leguminosas adaptadas às condições de sombreamento:**

- ♦ Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)

##### **e) Leguminosas adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo:**

- ♦ Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*)
- ♦ *Crotalaria juncea*
- ♦ Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- ♦ Feijão bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*)
- ♦ Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)
- ♦ Guandu (*Cajanus cajan*)
- ♦ Mucuna preta (*Mucuna aterrima*)
- ♦ Siratro (*Macroptilium atropurpureum*)

Algumas características fitotécnicas das leguminosas também devem ser levadas em consideração na escolha dessas plantas como adubos verdes. Na Tabela 1, encontram-se apresentadas as características de algumas espécies de leguminosas tropicais usadas com maior frequência para essa prática. Foi ainda incluída a soja (*Glycine max*), amplamente conhecida como produtora de grãos para alimentação humana e animal, mas que pode também ser utilizada para adubação verde. O ciclo e o hábito de crescimento são determinantes sempre que o adubo verde é plantado em consórcio. As espécies perenes são forrageiras e têm sido normalmente difundidas para utilização como coberturas vivas permanentes de solo em pomares e na cultura do cafeeiro.

Cuidados especiais devem ser dispensados às espécies de hábito volúvel, independentemente do ciclo, pois seu crescimento pode abafar as culturas de interesse econômico. Dessa forma, torna-se necessária a realização de coroamento nas plantas consorciadas com essas leguminosas. Outras características como a dureza e a massa de sementes podem determinar o insucesso no estabelecimento dos adubos verdes, principalmente no caso das leguminosas perenes, visto que, a maioria dessas apresenta sementes duras e pequenas (Tabela 1), exigindo, respectivamente, a quebra de dureza e a semeadura com pouca profundidade. Caso esses procedimentos não sejam adotados, o estande final será provavelmente muito baixo.

De forma geral, as leguminosas anuais são capazes de cobrir o solo mais rapidamente do que as perenes, o que resulta maior produtividade e acumulação de nutrientes essenciais na parte aérea em menor espaço de tempo. Contudo, diferenças na velocidade de crescimento são observadas tanto entre as espécies anuais (Resende, 2000) como entre as perenes (Espindola, 2001). Destaca-se ainda o fato das leguminosas perenes poderem ser manejadas com roçadas, pois rebrotam com facilidade, enquanto as anuais não apresentam essa capacidade, com exceção das crotalárias e guandu, que suportam o corte, desde que não seja realizado próximo à superfície do terreno. A capacidade de rebrota

das espécies perenes permite que essas plantas sejam manejadas com roçadas periódicas, compensando, ao longo do tempo, a menor produtividade e capacidade de estoque de nutrientes iniciais, quando comparada com as espécies anuais (Perin, 2001).

**Tabela 1-** Características de algumas leguminosas tropicais herbáceas e arbustiva utilizadas para adubação verde.

Espécie		Ciclo	Hábito de crescimento	Sementes	
Nome vulgar	Nome científico			Dureza	Massa (g/100 sem.)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	Anual	Ereto	Não	5,0
Feijão bravo do Ceará	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Anual	Volúvel	Não	60,0
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Anual	Ereto	Não	115,0
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Semi-perene	Ereto	Não	10,0
Labe-labe	<i>Dolichus lablab</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
Amendoim forrageiro*	<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
Cudzu tropical	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,2
Cunhã	<i>Clitoria tematea</i>	Perene	Volúvel	Sim	4,6
Estilosantes	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Perene	Ereto	Sim	0,2
Galáxia	<i>Galactia striata</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,5
Siratiro	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,5
Soja perene	<i>Glycine wightii</i>	Perene	Volúvel	Sim	0,5

\* O plantio pode ser feito com mudas.

O cultivo dos adubos verdes pode obedecer diferentes arranjos temporais e espaciais, mas é fundamental buscar a sincronização entre os ciclos da leguminosa e da cultura de interesse econômico, visando maximizar o benefício dessa prática. No cultivo simultâneo da leguminosa e da cultura principal, por exemplo, o adubo verde não deve exercer grande competição por água, luz e nutrientes com a cultura econômica. Já a liberação de nutrientes, a partir da decomposição do adubo verde, deve estar sincronizada com a fase de crescimento vegetativo da cultura econômica onde,