

USO DE LEGUMINOSAS COMO FONTE ALTERNATIVA DE N NOS AGROECOSSISTEMAS

USE OF LEGUMINOUS SPECIES AS ALTERNATIVE SOURCE OF N IN AGROECOSYSTEMS

Natanael Santiago Pereira^{1*}, Ismail Soares², Eva Sara Santiago Pereira³

Resumo: A adubação verde é uma alternativa como fonte de nitrogênio (N) para as culturas por ser uma das práticas mais simples de adubação orgânica. Nesse sentido, a utilização de espécies da família das leguminosas tem sido considerada como alternativa promissora para atender a demanda de N das culturas, devido ao potencial de muitas dessas espécies em fixar simbioticamente o N atmosférico. O objetivo com esta revisão foi levantar os benefícios da utilização de espécies de leguminosas como adubos verdes e os resultados dos diferentes estudos sobre avaliação do potencial dessas espécies como fonte alternativa de N nos agroecossistemas.

Palavras-chave: adubação verde, adubação orgânica, ciclagem de nutrientes.

Abstract: Green manure is used as an alternative source of nitrogen (N) for crops because it is one of the simplest practices of organic fertilization. Therefore, the use of species of the leguminous family has been considered a promising alternative to meet the crop demand for N due to the potential of many of these species to fix atmospheric N symbiotically. The aim of this review was to identify the benefits of using leguminous species as green manure and the results of different studies about evaluating the potential of these species as an alternative source of N in agroecosystems.

Keywords: green manure, organic fertilization, cycle of nutrients.

INTRODUÇÃO

Um agroecossistema é um ecossistema agrícola, cujo objetivo primário é a manipulação dos recursos naturais existentes no mesmo a fim de captar e transferir a energia solar para a produção agrícola de forma equilibrada e eficiente (KOZIOSKI & CIOCCA, 2000).

Esse equilíbrio pode originar-se, em parte, da complexidade dos ecossistemas e da diversidade das espécies. Dessa forma, atualmente, existe uma necessidade crescente de aumento da biodiversidade nos sistemas agrícolas, fazendo uso de sistemas de cultura cada vez mais complexos, utilizando as plantas de forma intensiva, possibilitando um maior aporte de resíduos culturais sobre o solo (MIELNICZUK, 2003).

A produção industrial de fertilizantes nitrogenados envolve o consumo de grande quantidade de energia na forma de petróleo. São consumidos 2,00 kg de combustível fóssil por kg de fertilizante nitrogenado, enquanto que para os fertilizantes fosfatados e potássico são utilizados 0,33 e 0,21 kg de combustível fóssil kg⁻¹, respectivamente (FAO, 1980). Os fertilizantes nitrogenados são também adicionados em maiores quantidades, reduzindo assim a eficiência do uso da

energia no ecossistema, pela redução da relação output/input (saída/entrada) de energia (KOZIOSKI & CIOCCA, 2000).

Assim, como alternativas aos fertilizantes, minerais nitrogenados e como estratégia para aumentar a eficiência energética do ecossistema, podem ser utilizadas plantas de cobertura para o fornecimento e reciclagem de matéria orgânica e de nutrientes necessários às plantas, prática essa chamada de adubação verde (BUZINARO et al., 2009).

Quando se trata de avaliar o potencial dos adubos verdes como fonte de N para as culturas, a utilização de espécies da família das leguminosas tem sido considerada como a alternativa mais promissora. Nesse sentido, o objetivo com este estudo foi levantar os benefícios da utilização de espécies de leguminosas como adubos verdes e os resultados dos diferentes estudos sobre avaliação do potencial dessas espécies como fonte alternativa de N nos agroecossistemas.

ADUBAÇÃO VERDE

Um adubo verde é uma cultura utilizada primariamente como um condicionador do solo e como

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 13/08/2012; aprovado em 15/12/2012

¹ Eng.º Agrônomo MSc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. Endereço para correspondência: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do IFCE; Campus Limoeiro do Norte, Rua Estevam Remígio, 1145, 62930-000, Limoeiro do Norte-CE, E-mail:natanael@ifce.edu.br.*

² Professor Associado do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Campus do PICI, Caixa Postal 137, 59625-900, Fortaleza-CE, E-mail: ismail@ufc.br.

³ Estudante do curso de Ecologia da Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró-RN, Email: evasarasantiago@hotmail.com

uma fonte de nutrientes para culturas subsequentes (CHERR et al., 2006).

Ferreira et al. (2012), em trabalho de revisão, evidenciou a importância da adubação verde como condicionadora das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e para a sua conservação.

Os adubos verdes podem ainda contribuir para o aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas, pois atuam como um ativador biológico, por acrescentar uma grande variedade de substâncias orgânicas ao solo, como exsudatos radiculares, ácidos orgânicos, aminoácidos, fitormônios, entre outras (DELARMELINDA et al., 2010).

Fageria (1998) destacou a adubação verde como uma das práticas que podem contribuir para o uso eficiente de nutrientes, devendo estar associada com outras práticas de manejo de solo e planta para a otimização da eficiência nutricional das culturas.

Carvalho & Amabile (2006) expõem com detalhes as várias funções desempenhadas pela adubação verde, como: incremento da fertilidade natural; aumento e manutenção dos teores de matéria orgânica do solo; redução das perdas de nutrientes por volatilização e lixiviação; mobilização e reciclagem de nutrientes; proteção do solo contra as erosões hídrica e eólica; controle das variações térmicas das camadas superficiais do solo, reduzindo as perdas de água por evaporação; controle de plantas daninhas; fixação simbiótica do nitrogênio (N) atmosférico, no caso das leguminosas, e sua liberação de forma gradual para as culturas subsequentes ou em consórcio.

Todas essas funções dificilmente seriam desempenhadas por outras tecnologias e insumos agrícolas (práticas mecânicas e fertilizantes químicos) comumente utilizados na agricultura convencional (MARTÍ, 2007).

Oliveira et al. (2002) recomendam espécies que apresentem o sistema radicular pivotante (*Canavalia ensiformes* D.C.; *Cajanuscajan* L.), pois, além de exercerem menor competição com as fruteiras, proporcionam maior reciclagem de nutrientes das camadas subsuperficiais do solo.

Carvalho & Amabile (2006) justificam a preferência por leguminosas pela sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) através de associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, além de proporcionar liberação gradual do N com maior aproveitamento pela cultura associada ou subsequente.

Paulino et al. (2009), avaliando o potencial de FBN e de transferência de N por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira, indicaram valores de até 80% do N proveniente da FBN, sendo a quantidade de N fornecida pelas leguminosas estudadas superior à demandada pelas fruteiras consorciadas.

Diante do exposto, na adubação verde as leguminosas estão entre as espécies com maior potencial de transferência de nitrogênio para as culturas. Segundo Tanaka (1981), várias espécies de leguminosas podem ser utilizadas com sucesso para esse fim, tanto por possuírem

um rendimento elevado de fitomassa, como por serem ricas em nutrientes e por sua capacidade de recuperação de nutrientes das camadas mais profundas do solo.

Existem inúmeras outras espécies com potencial de utilização como adubos verdes. Contudo, quando se trata de avaliar o potencial dos adubos verdes como alternativa aos fertilizantes minerais nitrogenados, a utilização de espécies da família das leguminosas tem sido considerada como a mais promissora, devido ao potencial de muitas dessas espécies em fixar simbioticamente o N atmosférico, como dito anteriormente.

POTENCIAL DE USO DOS ADUBOS VERDES PARA AS CULTURAS

Resultados de pesquisas indicam contribuições de nitrogênio dos adubos verdes para as culturas equivalentes ao fertilizante mineral. Em estudo sobre aproveitamento do N proveniente de espécies de leguminosas, Paulino et al. (2009), indicaram um aproveitamento de até 40% do N proveniente da FBN para acultura associada.

Esse potencial de transferência de N para as culturas comerciais por meio da adubação verde também é demonstrado por outros autores, como informado por Faria et al. (2004), podendo-se sugerir a adoção dessa prática como alternativa ou em complemento a adubação mineral, na qual, não raro, é observada uma eficiência do N aplicado bastante abaixo do esperado, em virtude dos processos naturais de perda de N, como a volatilização, a desnitrificação, a lixiviação e a erosão.

Segundo Cantarela (2007), estima-se que a eficiência média de recuperação do N do fertilizante está entre 50 e 60%, a partir de dados de ensaios realizados em várias partes do mundo, no entanto, esta pode ser muito variável, dependendo do tipo de solo, da cultura, da dose do adubo, do manejo, da incidência de pragas e doenças e das condições ambientais.

Outras pesquisas já sugerem que o N do adubo verde pode ser absorvido mais eficientemente que o do fertilizante ou que os adubos verdes modificam o ambiente do solo, estimulando o crescimento da planta, ou ambos, de maneira que torna possível uma maior absorção de N pela cultura (CHERR et al., 2006). Scivittaro et al. (2003), em experimento com adubo verde em pré-plantio, em um Latossolo Vermelho, verificaram que, embora o aproveitamento do N pelo milho proveniente da mucuna-preta tenha sido menor que o da ureia, constatou-se maior eficiência de utilização do N da ureia quando associada ao adubo verde.

A depender das particularidades de cada agroecossistema, interferindo nos processos de mineralização e imobilização, nem todo o nitrogênio liberado fica disponível para a cultura econômica associada. A quantidade de nitrogênio recuperado pelas culturas dependerá, entre outros fatores, das características dos resíduos vegetais, do estágio de crescimento da cultura, das condições ambientais, do tipo de manejo adotado, entre outros.

Nas condições tropicais, a completa decomposição com liberação do N pelas leguminosas incorporadas ao solo pode se processar em apenas duas a seis semanas (THONISSEN et al., 2000), podendo dificultar o sincronismo entre esta liberação e a absorção pela cultura associada.

Para reduzir a velocidade de decomposição e de liberação de N, podem ser adotadas práticas de manejo que promovam a redução da superfície de contato dos restos com o solo, deixando-os a superfície ou incorporando superficialmente. Para algumas culturas perenes, os adubos verdes podem ser incorporados a uma profundidade de aproximadamente 12 a 15 cm nas ruas da cultura principal, ou ainda roçadas e deixadas sobre o solo e espalhadas entre as linhas de plantas (OLIVEIRA et al., 2002).

A rápida mineralização do N do tecido das leguminosas, através da decomposição, deve-se em parte à sua baixa relação C/N. Entretanto, deve-se considerar que a relação C/N pode ser uma característica bastante variável, dentro de um mesmo sistema agrícola, tendo estreita relação com as condições para o crescimento das plantas. Torres et al. (2005) encontraram variações na relação C/N de leguminosas utilizadas como plantas de cobertura em dois anos agrícolas, sendo esta variação explicada por possível desfavorecimento da fixação de N pelas leguminosas.

Nesse sentido, o plantio sucessivo das leguminosas poderá favorecer a fixação simbiótica, pelo aumento do potencial de inoculo do solo, como também devido o efeito dessas plantas sobre a microbiota e na melhoria da qualidade do solo (BUZINARO et al., 2009), visto que qualquer fator que afete o crescimento dessas espécies poderá influenciar na fixação biológica do N (RIBEIRO Jr. & RAMOS, 2006).

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DAS ESPÉCIES LEGUMINOSAS

Existem diferentes formas de se avaliar o potencial de uso de leguminosas em sistemas agrícolas, podendo-se considerar: a produção de matéria seca; o acúmulo de N na biomassa; a fixação biológica do N atmosférico; a taxa de liberação do N; a velocidade de crescimento inicial e porcentual de cobertura do solo; nutrição da cultura econômica; o rendimento da cultura comercial em consórcio ou em sucessão; e a equivalência em nitrogênio mineral, entre outros.

Favero et al. (2000), avaliando o potencial produtivo de cinco leguminosas na região de Sete Lagoas-MG, observaram que o feijão bravo-do-ceará apresentou maior produtividade de massa seca (8,8 Mg ha⁻¹) e maior acúmulo de nitrogênio (222 kg ha⁻¹), seguido por feijão-de-porco (7,6 Mg de MS ha⁻¹ e 206 kg de N ha⁻¹), mucuna preta (6,6 Mg de MS ha⁻¹ e 196 kg de N ha⁻¹), feijão guandu (5,1 Mg de MS ha⁻¹ e 137 kg de N ha⁻¹) e lablab (3,7 Mg de MS ha⁻¹ e 109 kg de N ha⁻¹).

A produção de fitomassa evidencia a capacidade de transformação da energia luminosa em química e o potencial de extração e ciclagem de nutrientes (CARVALHO & AMABILE, 2006), enquanto que as taxas de decomposição e de mineralização dos resíduos expressam o potencial do adubo verde em disponibilizar nutrientes para as culturas, tendo em vista que, para uma maior eficiência na absorção do N pela cultura comercial, deverá haver um sincronismo entre o N liberado dos resíduos das leguminosas e o absorvido pela cultura.

Em ensaio de decomposição com diferentes espécies consorciadas com a bananeira, Espíndola et al. (2006) obtiveram os seguintes tempos de meia-vida para nitrogênio em amendoim forrageiro, kudzu tropical e siratro, respectivamente, 44, 110 e 86 dias, na estação seca, e de 30, 56 e 32 dias, na estação chuvosa.

Perin (2005), em um plantio de milho sobre os resíduos vegetais de um adubo verde, encontrou uma meia vida de apenas 15 dias para o nitrogênio contido na *Crotalaria juncea*, com uma constante de decomposição igual a 0,0176 g g⁻¹, tendo um aproveitamento de 15% do nutriente da leguminosa pelos grãos do milho.

Já Pereira (2009), estudando diferentes espécies de leguminosas herbáceas na região da Chapada do Apodi, CE, observou tempos de meia vida variando entre 65 e 203 dias para resíduos da *Crotalaria spectabilis* e da *Mucuna anã*, respectivamente. No entanto, no referido trabalho, o acondicionamento de material seco em bolsas de decomposição deixadas sobre a superfície do solo pode ter desfavorecido a decomposição e a mineralização. De acordo com o autor a ausência de precipitação pluviométrica durante o ensaio podem também ter reduzido as taxas de decomposição.

Isso demonstra que além da espécie, o manejo e o clima podem afetar fortemente a decomposição e mineralização dos resíduos. Por outro lado, a reduzida velocidade de liberação do N pode ser uma demonstração do potencial da espécie em promover a reciclagem e liberação gradativa de nutrientes (BOER et al., 2007).

A nutrição e o rendimento comercial da cultura também são fatores importantes a serem considerados quando se trata de avaliar o potencial de leguminosas em sistemas de produção agrícola, pelo que expressa o resultado final do sistema cultural.

As condições de nutrição da cultura comercial, principalmente com relação ao nitrogênio, evidenciam o potencial da leguminosa no suprimento deste nutriente para a cultura em consórcio ou sucessão, enquanto que o rendimento da cultura pode ser considerado o principal fator nesse tipo de avaliação, pelo que expressa o resultado final do sistema cultural.

Utilizando leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura de milho, em Chapecó-SC, durante cinco anos, Spagnollo et al. (2002) atribuíram ao cultivo intercalar de mucuna cinza, feijão-de-porco, feijão guandu anão e soja preta um aumento na quantidade de nitrogênio na fitomassa do milho de 23, 54, 69 e 123% e no rendimento de grãos de 17, 47, 70 e 93%, respectivamente, em relação

ao tratamento sem aplicação de nitrogênio mineral no solo.

Uma outra maneira de se avaliar o potencial das leguminosas em fornecer nitrogênio às culturas comerciais é pela determinação da equivalência em nitrogênio mineral (EqN) das leguminosas. A partir desta, pode-se estimar a dose de fertilizante correspondente a utilização de determinado adubo verde.

Pereira (2009) obteve uma produtividade das bananeiras associadas com leguminosas equivalente a dose de 220 g N planta⁻¹ ano⁻¹, embora esta inferência tenha sido feita a partir de dois ensaios desenvolvidos em separado, bananeiras associadas a leguminosas e sob doses de N mineral, porém, sendo desenvolvidos simultaneamente e no mesmo lote.

Em Chapecó-SC, Spangnollo et al. (2002), trabalhando com as leguminosas mucuna cinza, feijão-de-porco, guandu anão e soja preta, observaram que EqN para produção de milho foi de 120, 63, 37 e 12 kg ha⁻¹ de nitrogênio mineral, respectivamente, em sistema de preparo convencional de solo, e de 86, 65, 60 e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio mineral, respectivamente, em sistema de preparo mínimo de solo, demonstrando que as diferentes formas de manejo adotadas, como o sistema de preparo de solo, podem influenciar diferentemente a eficiência de uso dos adubos verdes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas nesta revisão, pode-se recomendar a utilização de leguminosas como alternativa ou complemento aos fertilizantes minerais nitrogenados, contudo, em razão da diversidade de desempenho das diferentes espécies de leguminosas é importante que sejam definidos critérios de maneira a indicar as melhores espécies, sob um determinado manejo, para o atendimento da demanda de N pelas culturas comerciais de forma equilibrada.

REFERÊNCIAS

BOER, C. A.; ASSIS, R.L.de; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; e PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Rev. Bras. Frutic.**, Jun 2009, vol.31, no.2, p.408-415.

CANTARELA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.p. 43-60.

CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. Plantas condicionadoras do solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F., Org. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369p. il. color. ISBN 85-7075-027-8.

CHERR, C.M.; SCHOLBERG, J.M.S.; McSORLEY, R. Green Manure Approaches to Crop Production: A Synthesis. **Agronomy Journal**, Vol. 98: 302-319, March-April, 2006.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D., L. de; TEIXEIRA, M.G. & URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:321-328, 2006.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Energia para Ia agricultura mundial**. Roma: FAO, Parte I: Recursos energéticos mundiais: p. 1-42, 1980 (Colección FAO: Agricultura, 7).

FARIA, C.M.B.; J. M. SOARES, J.M. & LEÃO, P.C.S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **R. Bras. Ci. Solo**, 28:641-648, 2004.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:171-177, 2000.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P.; CHAVES, A. F. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 7, n.1, p. 32-37, 2012.

KOZIOSKI, G.V. & CIOCCA, M. de L. S. Energia e sustentabilidade em agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.4, p.737-745. 2000.

MARTÍ, J.F. **Potencial de uso de leguminosas como fonte de nitrogênio para as culturas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 62p, 2007.

- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **Tópicos em ciência do solo**, eds. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248, 2003.
- PAULINO, G. M.; ALVES, BRUNO J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.44, p.1598-1607, 2009.
- PEREIRA, N. S. **Utilização de leguminosas como fonte de nitrogênio para a bananeira**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 77p, 2009.
- OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, A.A.C.; AQUINO, A.R.L.de; MAIS, S.M.F. **Influência da cobertura Morta no Desenvolvimento de Fruteiras Tropicais**. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 24p, 2002. (Embrapa Agroindustria Tropical. Documentos, 49).
- PERIN, A. **Desempenho de milho e brócolos em sucessão à adubação verde**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 86p. (Tese de Doutorado)
- RIBEIRO Jr., W.Q. & RAMOS, M.L.G. Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F., ORG. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 369p. il. color, 2006.
- SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Transformações do nitrogênio proveniente da mucuna-preta e uréia utilizados como adubo verde na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.12, p.1427-1433, 2003.
- SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:417-423, 2002.
- TANAKA, R. T. Adubação verde. **Inf. Agropec.**, 7: 62-67, 1981.
- THONNISSEN, C.; MIDMORE, D.J.; LADHA, J. K.; OLK, D.C and SCHMIDHALTER, U. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. **Agronomy Journal**. 92: 253–260, 2000.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIODORO, J.C. & FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 29: 609-618. 2005.