

Produtividade e colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio de feijão-guandu cultivado com diferentes adubos orgânicos e preparo do solo em área degradada

ELIZIANE LUIZA BENEDETTI¹; DELMAR SANTIN²; RAUL CASTRO³; FERNANDO WILIAN ZIEMANN⁴; GISLAINE SABATKE DA CUNHA⁵; LEONARDO CASTOR BEZERRA⁶

RESUMO

O mau uso do solo leva a sua degradação e compactação. Sua recuperação pode ser feita, de várias formas, dentre elas destacam-se o preparo do solo, melhoria da fertilidade do solo e cultivo de espécies com sistema radicular agressivo e que tenham potencial para fazer associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de fontes de adubos alternativos e da subsolagem na produtividade de massa de feijão-guandu e na colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio em área degradada. Para isso cultivou-se feijão-guandu em área onde aplicaram-se os seguintes tratamentos: a) testemunha; b) cama de aviário; c) esterco de carneiro; e d) pó de basalto, em solo com e sem subsolagem. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e os tratamentos distribuídos em parcela subdividida. De maneira geral, a aplicação da adubação melhorou a produção de massa do feijão-guandu e a colonização por BFN, no entanto a subsolagem não demonstrou benefício. Quando o solo não foi subsolado, a adubação com cama de frango seguida do esterco de carneiro, proporcionaram maior produção de massa de feijão-guandu. Quando o solo foi revolvido além da aplicação de cama de frango e esterco de carneiro o pó de basalto proporcionou produtividade maior que a testemunha. O número e produção de matéria seca das bactérias foi maior quando o solo não foi revolvido e quando recebeu adubação com cama de frango. Conclui-se que a adição de adubo orgânico é necessária para aumentar a produção de massa de feijão-guandu e as BFN em área degradada, sendo que a cama de frango é indicada para seu cultivo. A subsolagem

¹ Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professora do Curso de Agronomia, Campus Canoinhas. eliziane.benedetti@ifsc.edu.br. Autor para correspondência.

² Engenheiro Florestal, Dr. Solos e Nutrição de Plantas. Autônomo. desantinflorestal@yahoo.com.br.

³ Engenheiro Agrônomo. racastroul@hotmail.com

⁴ Técnico em Agroecologia. IFSC, Campus Canoinhas. fernando.zmnn@hotmail.com

⁵ Técnica em Agroecologia. IFSC, Campus Canoinhas. gihsabatk@hotmail.com

⁶ Técnico em Agroecologia. IFSC, Campus Canoinhas. leonardotgp@hotmail.com

não é necessária para o cultivo de feijão-guandu e prejudica a colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio em área degradada.

Palavras-chave: Adubação alternativa. Sustentabilidade. Fixação de nitrogênio.

Introdução

A qualidade do solo se relaciona com sua capacidade em desempenhar funções que interferem na produtividade de plantas, podendo mudar com o passar do tempo em decorrência de eventos naturais ou uso humano (SAGRILO *et al.*, 2009).

Práticas agrícolas inadequadas, em alguns cultivos, podem levar à compactação e degradação química, física e biológica dos solos, sendo que a recuperação desses sistemas é imprescindível para a manutenção da produção. A nutrição mineral é a base para a produção de culturas agrícolas e é responsável pela maior parcela dos gastos de produção. Nesse sentido, torna-se importante novas formas de aquisição de nutrientes, como a fixação biológica de nitrogênio (FBN) e a utilização de fontes de adubos acessíveis ao pequeno produtor, que muitas vezes estão disponíveis na propriedade ou próximo à região onde está localizado seu plantio (CAMARGO *et al.*, 2012).

Com base nisso, várias experiências têm sido desenvolvidas por agricultores, associando o uso de pó de rochas, esterco de animais e o cultivo de adubos verdes de inverno e verão (ALMEIDA *et al.*, 2007). A utilização de rochas e resíduos orgânicos está aliada à crescente procura por novas tecnologias de produção, que visam redução de custos e apresentam propriedade de condicionador de solo, como fonte alternativa de nutrientes às plantas.

A adubação orgânica é importante fonte de nutrientes, especialmente nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S) e micronutrientes, também melhoram a aeração e a disponibilidade de água no solo, favorecendo a infiltração e a retenção, regulando a temperatura do solo, evitando a compactação e auxiliando no controle dos processos erosivos (KIEHL, 1985).

O resíduo da britagem de rochas basálticas, é um material de baixo custo, existente em diversas cidades da região Sul do Brasil, e tem sido indicado como corretivo da fertilidade de solos muito intemperizados (GILLMAN, 1980). O pó de basalto é produzido por meio da moagem de rochas e serve como recuperador de solo. Por sua riqueza e equilíbrio mineral, a aplicação contínua dos pós de rocha promove a construção de um solo produtivo de forma ecologicamente correta e economicamente sustentável, tornando-se assim um importante insumo para o manejo ecológico do solo (ALMEIDA *et al.*, 2007). Entre os benefícios mais conhecidos do pó de rochas pode-se citar a correção da acidez do solo, melhoria na

mobilidade dos nutrientes e a disponibilidade às plantas e aumento da capacidade de retenção de água no solo (MACHADO *et al.*, 2005).

No entanto, Escosteguy e Klamt (1998) concluem que a utilização de rochas basálticas não pode ser a principal fonte de nutriente às plantas, devido a baixa liberação dos nutrientes das rochas. Assim, a adição de outras fontes de nutrientes como os esterco aliado a adubação verde pode ser uma alternativa e merece ser estudada. Os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se diretamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997). Nesse sentido, as plantas leguminosas são as preferidas como adubos verdes devido à fixação biológica do N atmosférico e à produção de grande quantidade de massa (PAULO *et al.*, 2006).

Nesse contexto, o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) constitui-se em uma das plantas de grande utilização como adubação verde, pois além de possuir um sistema radicular profundo e ramificado que, torna-o capaz de resistir ao estresse hídrico, possibilita-o romper camadas adensadas de solos. Devido a isso, a espécie tem se destacado com relação à melhoria na fertilidade do solo (ALCÂNTARA *et al.*, 2000).

No entanto, quando o solo apresenta alto nível de compactação, se fazem necessário medidas mais drásticas para a descompactação. Assim, a subsolagem é uma alternativa que pode ser utilizada no momento da implantação da cultura. Porém, essa prática somente é recomendada esporadicamente, devido a alteração da estrutura do solo. Com o fornecimento de nutrientes e melhoria da estrutura do solo, cria-se condição para o crescimento de cobertura vegetal. É comprovada a eficácia da prática da adubação verde, com o uso de plantas condicionadoras do solo, na reabilitação de solos degradados, com resultados positivos nos aspectos físicos, químicos e biológicos (SAGRILO *et al.*, 2009).

O N normalmente é o nutriente que as plantas necessitam em maior quantidade (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Sua forma de obtenção se dá basicamente pela adubação, decomposição da matéria orgânica do solo e pela FBN (HUNGRIA, VARGAS e ARAUJO 1997). A FBN é o método mais importante e econômico de adicionar N ao sistema (SÁ e VARGAS, 1997). No entanto, alguns fatores podem influenciar a FBN dentre as quais destacam-se o potencial para fixação da espécie utilizada, o manejo do solo e a adubação (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Poucos são os estudos para avaliar o efeito de práticas agrícolas sobre a população das BFN. Em estudo de Coutinho *et al.* (1999) em que o objetivo foi avaliar o impacto de diferentes preparos do solo (plantio direto e convencional) sobre a diversidade de rizóbios, não observaram diferença estatística significativa.

Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de fontes de adubos alternativos e da subsolagem na produtividade de massa de feijão-guandu e na colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio em área degradada.

Material e métodos

O experimento foi instalado na área experimental do IFSC, em Canoinhas, SC. As coordenadas geográficas do município são: 26° 10' S e 23° 50' W, altitude de 765 m, com clima do tipo Cfb.

Nessa área, durante a construção do campus, foi removida a camada superficial do solo (aproximadamente 15 cm) para realização da terraplanagem, deixando o local degradado com pequena quantidade e diversidade de espécies vegetais e sinais de erosão e compactação.

Antes da realização do experimento coletou-se solo para análise básica, conforme consta na tabela 1.

Tabela 1: Resultado da análise básica do solo antes da aplicação dos tratamentos

pH	Argila	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
CaCl ₂	----- % -----		----mg dm ⁻³ ----		----- cmol _c dm ⁻³ -----			
4,8	47	3,0	1,5	75	1,7	1,4	0,29	17,3

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e os tratamentos distribuídos em parcela subdividida. Nas parcelas foram testadas quatro fontes de adubos e nas subparcelas dois tipos de preparo do solo, repetidas quatro vezes. Cada parcela possuía área total de 81 m² (9,0 x 9,0 m) e as subparcelas 40,5 m² (9,0 x 4,5 m). As fontes de adubos usados foram: a) testemunha; b) cama de aviário; c) esterco de carneiro e d) pó de rocha. Já os tratamentos de preparo de solo, consistiu de: sem subsolagem (SS) e com subsolagem (CS) de 40 cm de profundidade realizado com cinco hastes do subsolador, em outubro de 2013. Todas as fontes foram testadas com e sem subsolagem.

A dose de calcário (definida pelo método de saturação por bases, V = 60%), e dos tratamentos foram definidas considerando o teor de nutrientes no solo (Tabela 1), o teor de N, P₂O₅ e K₂O de cada fonte de adubo (Tabela 2) e a necessidade nutricional do feijão-guandu (*Cajanus cajan*), de acordo com a recomendação da CQFS (2004).

Tabela 2: Teor de N, P₂O₅ e K₂O dos adubos utilizados no experimento.

Cama de frango	Esterco de carneiro	Pó de basalto
----------------	---------------------	---------------

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
----- % -----								
3,50	4,80	4,30	3,39	1,07	3,64	-	0,30	3,37

Aplicou-se a dose de calcário equivalente a 11,8 t/ha (PRNT 100 %), a dose de cama de frango e de pó de basalto aplicada foi equivalente a 1,8 t/ha, já a de esterco de carneiro foi equivalente a 3,3 t/ha. Todas as doses dos adubos foram escolhidas para suprir a necessidade de K₂O do feijão-guandu.

Após aplicado o tratamento de preparo de solo CS, aplicou-se o calcário dolomítico em área total e as doses dos adubos. Posteriormente realizou-se uma gradagem, em área total, a 10 cm de profundidade. A semeadura foi efetuada em outubro de 2013 com máquina manual no espaçamento de 50 x 50 cm entre covas e entre linhas.

Em maio de 2014 oito plantas do centro de cada subparcela (área de 2 m²) foram cortadas a 5 cm do solo, das quais foram determinadas a massa verde (MV) e seca (MS), após secagem em estufa a 65 °C, durante 48 horas. Posteriormente, extrapolou-se a produtividade de MV e MS para hectare. Para determinar o número de bactérias fixadoras de nitrogênio, utilizou-se um gabarito quadrado com 30 cm x 30 cm. Após a parte área da planta ter sido cortada, o gabarito foi posicionado de modo que a planta ficasse no seu centro (Figura 1A). Demarcou-se a área e retirou-se o solo (junto com a planta) da área demarcada a uma profundidade de 15 cm (Figura 1B). Após contagem do número de bactérias (NB), foi determinado a massa seca (MSB) das mesmas.



Figura 1: Gabarito utilizado para demarcação da área (A) e aspecto do local após retirada da planta para determinação do número de BFN (B).
FOTO: Eliziane Luiza Benedetti (2014).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando constatarem-se efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Resultados e discussão

Ocorreu interação entre as fontes de adubos e o preparo do solo. De maneira geral, a aplicação da adubação melhorou a produção do feijão-gandu, no entanto a subsolagem pouco benefício trouxe a produção (Figuras 2 e 3).

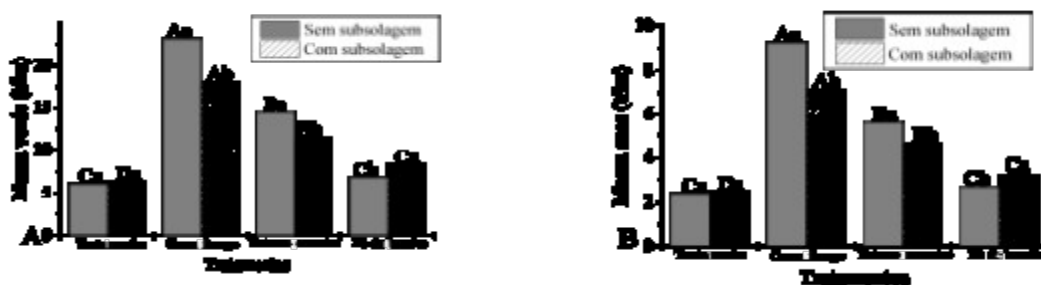


Figura 2: Produção de massa verde (A) e seca (B) de feijão-gandu cultivado com diferentes fontes de nutrientes e preparo do solo. Letras maiúsculas comparam as fontes de adubos dentro de cada preparo do solo e, letras minúsculas comparam cada preparo do solo dentro de cada fonte de adubo.

Quando o solo não foi subsolado, a adubação com cama de frango seguida da aplicação de esterco de carneiro, proporcionaram maior produção de MV e MS de feijão-guandu. Quando o solo foi subsolado, além da aplicação de cama de frango e esterco de carneiro, o pó de basalto proporcionou produtividade maior que a testemunha (Figura 2).

O revolvimento do solo aumentou a produção apenas quando seu efeito foi somado a ação do pó de basalto. Quando o solo não recebeu adubação, a subsolagem do solo não influenciou a produção. Já para cama de frango e esterco de carneiro a subsolagem reduziu a produção de massa do feijão-guandu (Figura 2).

A maior produção de MV e MS foi obtida com aplicação de cama de frango sem revolvimento do solo, seguida da mesma fonte com subsolagem (Figura 2). A maior produção proporcionada pela cama de frango foi em decorrência, provavelmente, da maior concentração de nutrientes comparado às demais fontes de adubo (Tabela 2). Resultados semelhantes aos de Novakowski, et al. (2013) e Sbardelotto e Cassol (2009), em que também obtiveram melhoria na produção de milho.

A menor produção proporcionada pelo esterco de carneiro e pó de basalto, em comparação à cama de frango, pode ser decorrente da menor concentração de P (Tabela 2). Sendo que a aplicação de esterco de carneiro adicionou o equivalente a 14 kg/ha de P_2O_5 e o de pó de basalto 4,2 kg/ha de P_2O_5 , dos 130 kg/ha recomendados.

Com a subsolagem, era esperado efeito benéfico, devido ao rompimento da camada compactada do solo. Porém, o período de avaliação, de sete meses, pode não ter sido suficiente para que o benefício da subsolagem fosse demonstrado, conforme obtido por Minatel *et al.* (2006). Além de que a descompactação pode ter favorecido a diluição da dose e a perda de alguns nutrientes por lixiviação (dados não demonstrados).

Em relação as BFN, observa-se maior número de bactérias e maior produção de massa seca quando o solo não foi subsolado. Dentre os adubos testados a cama de frango favoreceu o maior número de BFN e conseqüentemente a produção de massa seca a qual não diferiu do esterco de carneiro. O pó de basalto foi o adubo que menos benefício trouxe para a fixação biológica de nitrogênio (Figura 3).

É de grande importância a informação de que o maior número de BFN foi obtido quando não ocorreu o revolvimento do solo, pois serve como indicativo de que a população nativa de BFN são mais sensíveis a interferências mais agressivas ao ambiente.

Em relação as fontes de adubos utilizadas, observa-se que a adubação com cama de frango, seguida do esterco de carneiro, proporcionaram o maior número e produção de matéria seca, independente do preparo do solo utilizado (Figuras 3A e B). Esse resultado demonstra que o N adicionado por esses adubos (Tabela 2) foi importante para o crescimento

das plantas (Figura 2) o que levou, provavelmente, a produção de mais raízes favorecendo o maior número de BFN observados nesse estudo. Ao avaliar a interferência do plantio direto (sem revolvimento do solo) com o plantio convencional (com revolvimento do solo), Coutinho *et al.* (1999) não observaram diferenças nos índices de diversidade de rizóbios, nesse estudo a quantidade de BFN não foram avaliadas.



Figura 3: Número de BFN (A) e matéria seca de BFN (B) em feijão-guandu cultivado com diferentes fontes de nutrientes e preparo do solo. Letras maiúsculas comparam as fontes de adubos dentro de cada preparo do solo e, letras minúsculas comparam cada preparo do solo dentro de cada fonte de adubo.

O maior número e matéria seca de BFN (Figuras 3A e B) levou ao consequente aumento na quantidade de N fixado, melhorando a nutrição nitrogenada das plantas (dados não demonstrados). Resultado que demonstra a importância da adubação orgânica, especialmente cama de frango e esterco de carneiro, e que não há necessidade de revolvimento do solo para a melhoria das condições produtivas de áreas degradadas.

Conclusões

A adição de adubo orgânico é necessária para aumentar a produção de massa de feijão-guandu e a população de bactérias fixadoras de nitrogênio em área degradada.

Dentre as fontes testadas, a cama de frango é a mais indicada para cultivo de feijão-guandu.

A subsolação não é necessária para o cultivo de feijão-guandu e prejudica a colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio.

Referências

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de.; MESQUITA, H. A. de.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35, 277-288, 2000.

ALMEIDA, E. D.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S. Revitalização dos solos em processos de transição agroecológica no sul do Brasil. **Agriculturas**, 4, 7-10, 2007.

CAMARGO, C. K., RESENDE, J. T. V. de.; CAMARGO, L. K. P.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina**, 33, 2985-2994, 2012.

COUTINHO, H. L. C.; OLIVEIRA, V. M.; LOVATO, A.; MAIA, A. H. N.; MANFIO, G. P. Evaluation of the diversity of rhizobia in Brazilian agricultural soils cultivated with soybeans. **Applied Soil Ecology**, 13, 159-167, 1999.

CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. SBCS: Porto Alegre, 2004.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. Londrina: Editora Planta. 401 p.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22, 11-20, 1998.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p.

GILLMAN, G. P. The effect of crushed basalt scoria on the **cation exchange properties of a highly weathered soil**. Soil Science Society of American Journal, 44,465-468, 1980.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; ARAUJO, R. S. **Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro**. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Biologia dos Solos dos cerrados. Planaltina: Embrapa. p. 189-294.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: CERES. 1985.

MACHADO, C. T. T.; RESENDE, A. V.; MARTINS, E. S.; SOBRINHO, D. A. S.; NASCIMENTO, M. T.; FALEIRO, A. S. G.; LINHARES, N. W.; SOUZA, A. L.; CORAZZA, E. J. Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de potássio para culturas anuais: II. Fertilidade do solo e suprimento de outros nutrientes. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30. Recife, 2005. **Anais...** Recife: UFRPE/SBCS, 2005.

MINATEL, A. L. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F.; NATALE, W. Efeitos da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas do solo em pomar de citros. **Engenharia Agrícola**, 26, 86-95, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA. 2006, 727p.

NOVAKOWISKI, J. H., SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A. de.; NOVAKOWISKI, J. H. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina**, 34, 1663-1672, 2013.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASA, F. S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após a recepa. **Bragantia**, 65, p.115, 2006.

SÁ, N. M. H.; VARGAS, A. T. **Fixação biológica do nitrogênio por leguminosas forrageiras**. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. *Biologia dos Solos dos cerrados*. Planaltina: Embrapa. p. 127-152.

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. da S.; LIMA, E. F. **Manejo Agroecológico do Solo: os benefícios da Adubação Verde**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2009.22 p.

SBARDELOTTO, G. A.; CASSOL, L. C. **Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescentes de cama de aviário**. *Synergismus cyentifica*, 4, n.1. 2009.