

UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS FORRAGEI- RAS COMO FONTE DE NUTRIENTES PARA O SOLO

RESUMO

Devido ao constante aumento da agricultura em todo o mundo, práticas sustentáveis vêm sendo cada vez mais sugeridas e implantadas em todo sistema agrícola. A fixação biológica de nitrogênio, realizado por bactérias do gênero *Rhizobium*, geralmente associadas às raízes das leguminosas, tem sido uma prática crescente em todo o mundo devido ao seu baixo custo e grande potencial, gerando solos ricos e produtivos de maneira sustentável. Em 1975 foi criado o grupo de pesquisa em Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados. Este grupo deu início a estudos relacionados a bactérias fixadoras de nitrogênio e sua aptidão aos solos do Brasil Central. A criação desse grupo abriu novas portas para pequenas pesquisas que vem se tornando relevantes para a aplicação de uma agricultura sustentável. Assim, o objetivo do trabalho foi comparar os métodos e resultados de pesquisas relacionadas ao tema, visando mostrar os benefícios da fixação biológica de nutrientes.

Palavras-Chave: Fixação biológica. Forrageiras. Nutrientes.

Abstract

Due to the constant increase in agriculture throughout the world, sustainable practices are being increasingly suggested and implemented in every agricultural system. The biological fixation of nitrogen by bacteria of the genus *Rhizobium*, usually associated with the roots of leguminous plants, has been a growing practice in the world due to its low cost and great potential, generating rich and productive soils in a sustainable manner. In 1975 was created the research group in soil Microbiology from Embrapa Cerrados, which initiated the studies related to nitrogen-fixing bacteria and its ability to soils of Central Brazil. The creation of this group opened new doors for small research that has become relevant to the implementation of sustainable agriculture. Thus, the objective of this study was to compare the methods and results of research related to the theme, aiming to show the benefits of biological fixation of nutrients.

Keywords: Biological fixation. Forage nutrients

INTRODUÇÃO

Na atmosfera circulam gases que passam por vários lugares, inclusive no solo. No solo existem bactérias que capturam o nitrogênio e através da enzima nitrogenase, presente nessas bactérias, a molécula de N_2 é quebrada e se torna pronta para ser consumida pelas plantas.

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um dos processos naturais mais importante do planeta, ao lado da fotossíntese. Possibilita a troca de nutrientes e diminui a necessidade de adubação química nitrogenada. Além de fornecer alimento à planta, a Fixação Biológica de Nitrogênio traz ganhos ambientais pela menor poluição de lagos, rios e lençóis freáticos por nitrato. Deve-se destacar também o seu papel relevante na redução da emissão de gases de efeito estufa relacionado à fabricação e uso de adubos químicos. Nas etapas de produção e transporte de adubos nitrogenados, as emissões de gases de efeito estufa decorrentes do consumo de energia fóssil representam entre 40% e 50% das emissões totais pelo uso de fertilizantes nas lavouras. Em média, o uso de 1 kg de fertilizante nitrogenado emite o equivalente a 10 kg de CO_2 . (EMBRAPA)

Dentre os nutrientes minerais essenciais às plantas, o nitrogênio (N) é o mais caro. Consome mais energia para sua produção industrial e, potencialmente, o mais poluente, sendo geralmente o mais limitante à produção vegetal. O processo industrial que transforma o N_2 atmosférico em NH_3 demanda por volta de seis barris de petróleo por tonelada de N fixado. Devemos encontrar caminhos para reduzir a utilização de combustíveis fósseis, por razões não apenas econômicas, mas também geopolíticas e ambientais. Nesse momento de crise energética, onde o preço do barril de petróleo passeia por patamares em torno de US\$ 100,00 e o preço dos fertilizantes nitrogenados acompanha essa escalada, o papel da FBN é crucial para a busca de produções sustentáveis e a garantia da segurança alimentar. (EMBRAPA)

Embora muitas espécies de plantas possuam a capacidade natural de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, a eficiência da fixação do nitrogênio pode ser melhorada com o uso de bactérias mais específicas e eficientes. Essa eficiência foi constatada por pesquisas que isolaram bactérias com alta capacidade

de fixação de nitrogênio. As bactérias selecionadas são vendidas no comércio apenas com o nome de inoculante. O produtor pode comprar o inoculante ou as sementes já inoculadas com espécies selecionadas de bactérias.

O objetivo do trabalho é mostrar e comparar diferentes resultados de pesquisas, esclarecendo as diversas vantagens da fixação biológica de nitrogênio, tanto na redução de custos, praticidade e sustentabilidade, tendo em vista o respeito ao meio ambiente, já que boa parte da degradação ambiental provém da agricultura.

DESENVOLVIMENTO

A biologia do solo oferece inúmeras alternativas para o desenvolvimento de novas biotecnologias que visam substituir sistemas agrícolas tradicionais baseados no crescente uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Devido ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados (70% dos custos dos fertilizantes), a fixação biológica de nitrogênio que permite o uso, pelas plantas, do N_2 molecular da atmosfera, é o processo mais estudado na biologia do solo. Os desenvolvimentos da biotecnologia moderna em muito contribuíram para os progressos recentes neste campo. A agricultura tropical não só é sujeita à erosão e, portanto, menos apropriada para agrossistemas baseados em uso intensivo de fertilizantes. Oferece umidade e temperaturas ótimas durante todo o ano para a atividade microbiológica. (EMBRAPA)

As leguminosas possuem o mecanismo simbiótico mais sofisticado e eficiente entre as associações de plantas superiores com bactérias fixadoras de N_2 , sendo que as leguminosas de grão e forrageiras têm papel importante na agricultura tropical.

O sucesso da soja no Brasil se deve a um programa de melhoramento direcionado à obtenção de cultivares com alta produção sem adubação nitrogenada e ao desenvolvimento paralelo de inoculantes contendo rizóbios adaptados às condições e solos brasileiros. O avanço da soja para os cerrados se deve, além da identificação e solução dos problemas de fertilidade, principalmente à obtenção de inoculantes novos capazes de competir com a microflora de um ecossistema perturbado após a conversão dos cerrados em terras de cultura. A adubação e calagem destes

solos resultam numa multiplicação indiscriminada de actinomicetose produtores de antibióticos (COELHO e DROZDOWICZ, 1979). A sobrevivência dos rizóbios inoculados nestes solos depende da resistência à estreptomina e vários outros antibióticos. (SCOTTI et al., 1982)

Além de todo benefício proporcionado às plantas e ao solo, a fixação biológica por meio de leguminosas é utilizada também para a recuperação de áreas degradadas, como trata a pesquisa¹ realizada por professores e alunos da Universidade Federal do Espírito Santo/ Alegre-ES, Brasil.

A grande diversidade de espécies de leguminosas, aliadas ao importante papel que estas plantas exercem na incorporação de material vegetal ao solo, cobertura do solo e suprimento de nitrogênio nos ecossistemas, faz com que as plantas desta família botânica sejam eficientes na recuperação de áreas degradadas. (RIBEIRO, 1999)

A fixação biológica de nitrogênio realizada por rizóbio em simbiose com leguminosa é de grande importância para programas de recuperação de solos degradados, geralmente deficientes em nitrogênio, em virtude da intensa perda de matéria orgânica. (TRANNNIN et al., 2001)

De acordo com AZEVEDO et al. (2007), a utilização de leguminosas para recuperar áreas degradadas apresenta várias vantagens, devido à existência de um grande número de espécies existentes em várias regiões do Brasil e à relativa facilidade na obtenção de sementes. A preferência pelo uso da espécie leguminosas, se deve a uma característica especial que elas possuem em relação às outras plantas, que é a capacidade de se associarem com microrganismos do solo como bactérias fixadoras de nitrogênio, que transforma o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente.

METODOLOGIA

Alunos e professores da FZEA/USP realizaram, em parceria com a EMBRAPA, uma pesquisa² relatando a eficiência da fixação biológica. O objetivo da pesquisa foi testar a potência de fixação biológica de nitrogênio, que pode ser influenciado pela estirpe de *Sinorhizobium meliloti* empregada, pelo cultivar de alfafa avaliada e pela interação entre esses dois fatores.

“Avaliou-se 5 cultivares de alfafa (ABT805, Crioula Chapecó, Crioula Itapuã, Crioula Chilena, Crioula RS) inoculadas com 3 estirpes de *Sinorhizobium meliloti* (SEM IA 116, SEMIA 134 e SEMIA 135) ou crescida com solução nutritiva exceto N. Nos vasos de Leonard, a parte superior recebeu vermiculita e a parte inferior recebeu solução nutritiva completa exceto N. As sementes cujos tratamentos previam inoculação foram misturadas com inoculante líquido (meio YM). Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de nódulos, número de hastes, número de hastes florescidas, teor de N na forragem, massa seca da forragem, das raízes e dos nódulos. Foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo Tukey”.

A metodologia aplicada na pesquisa (Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas) foram práticas conservacionistas, nas quais se destacam:

- Florestamento e Reflorestamento: Plantios de florestas com o objetivo de repovoar florestas existentes ou florestas que foram esgotadas. Esta prática conserva o solo, protege as encostas e possui valor econômico para o produtor.
- Uso racional de pastagens: As pastagens devem ser utilizadas de forma consciente, pois se tratam de culturas perenes, onde sua qualidade, produção e longevidade devem ser asseguradas. A integração lavoura-pecuária é um manejo que resgata práticas tradicionais como a rotação de culturas e o manejo do gado em piquetes.
- Plantas de cobertura: As culturas de cobertura diminuem as variações de temperatura do solo, reduzem as perdas por erosão, retêm maior quantidade de água, diminuem a evaporação e o escoamento superficial, evitam processos erosivos e promovem maiores rendimentos dos cultivos agrícolas. Nesse caso, também se observa um destaque para as leguminosas e gramíneas cultivadas e também para as plantas nativas.

TABELA 1. Leguminosas utilizadas na Recuperação de Áreas Degradadas (RAD)

Nome científico	Nome comum	Uso	Fixação N (Kg/ha/ano)	Adaptação ambiental
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	Forragem	126 - 398	Pastagens e lavouras consorciadas
<i>Mucuna aterrima</i>	Mucuna preta	Forragem e ad. verde	157	-
<i>Neonotonia wightii</i>	Soja perene	forragem	160 - 450	-
<i>Stylosanthes spp.</i>	Estilosantes	Forragem	34 - 220	Rusticidade e R.A.D.
<i>Vigna unguiculata</i>	Caupi	Grão	73 - 354	Lavouras consorciadas
<i>Cajanus cajan</i>	Guandu	Grão, forragem, ad. verde	168 - 280	-
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalaria	ad. verde	154	R.A.D
<i>Acacia auriculiformes</i>	Acácia	Lenha, serraria,	200	Ácidos (3,0), arenosos, úmidos

- Plantio direto: É a preparação da terra em sulcos apenas na linha de plantio. O objetivo dessa forma de preparo é evitar o revolvimento desnecessário do solo.

- Culturas em faixas: Este sistema consiste no cultivo de duas ou mais espécies em faixas alternadas, localizadas em faixas contíguas de largura variável, na mesma parcela e na mesma época de cultivo. A cultura em faixas alternadas tem o objetivo de criar uma interação favorável entre diversas plantas ou variedades. Essa prática tem efeitos benéficos na porosidade e na biodiversidade do solo, promovendo os ciclos de nutrientes e aumentando os rendimentos.

- Cordões de vegetação permanente: São fileiras de plantas cultivadas em curva de nível, com uma largura de 2 metros. É aconselhável que se empreguem espécies que deem retorno econômico para o agricultor. Comumente são utilizados: cana-de-açúcar, capim-elefante, capim-santo e colonial, entre outras espécies vegetais.

- Alternância de capinas: É a prática de alternar as épocas de capinas em “leiras” adjacentes, durante o período de chuvas. A capina é realizada em leiras alternadas (nas lavouras plantadas em nível), sempre pulando uma ou duas leiras e somente após algum tempo deve-se capiná-las. Isto permite que sempre uma ou duas leiras, imediatamente abaixo daquelas recentemente capinadas, permaneçam com mato. Isto faz com que a terra transportada das ruas capinadas seja retida pelas ruas com mato.

- Ceifa do mato: Plantas daninhas são cortadas a uma pequena altura da superfície do solo, evitando danificar seu sistema radicular. A parte da planta daninha que não é cortada é utilizada como uma vegetação protetora de cobertura.

- Cobertura morta: É simplesmente uma camada protetora do material que está espalhado em cima do solo. Protege o solo da erosão, reduzindo o impacto das chuvas, conservando a umidade, além disso, mantém a temperatura e impede o crescimento de plantas daninhas e também pode melhorar a condição do solo. Essas coberturas, por decompor-se lentamente, fornecer matéria orgânica que ajuda a manter a qualidade do solo. Isso melhora o crescimento das raízes, aumenta a infiltração de água como também melhora a capacidade de retenção de água do solo.

- Faixa de bordadura: Se refere ao estabelecimento de faixas nas áreas marginais às terras cultivadas, com o objetivo de controlar a velocidade do vento, evitar o excesso de enxurrada e criar um ambiente adequado para plantas e animais que possam ser úteis.

- Quebra-ventos: São barreiras utilizadas para reduzir o vento. Geralmente, são formados por árvores, mas também podem ser de outros materiais. A redução da velocidade do vento proporciona melhorias às condições ambientais, por meio do controle do microclima da área protegida.

Nos resultados obtidos da pesquisa¹(Eficiência da Fixação Biológica) foi verificado que não houve interação entre as cultivares de alfafa e as estirpes de *Sinorhizobium meliloti* testadas. A ausência de inoculação provocou a diminuição da massa da parte aérea, da massa de nódulos, do número de nódulos, e do número de hastes. A ausência de inoculação afetou mais a produção de parte aérea que de raízes. Não houve diferença entre as estirpes quanto à massa de raízes, sendo somente a estirpe SEMIA 134 superior à testemunha sem inoculação. Somente a variável massa de nódulos foi diferente entre as cultivares. A Crioula RS apresentou maior massa de nódulos e consequentemente nódulos mais pesados que a ABT 805. A Crioula RS, Chapecó e Itapuã apresentaram maior massa de nódulos que a Crioula Chile.

A partir desse resultado, observa-se a importância da inoculação e a sua representação positiva quando comparada à planta não inoculada. A ausência de inoculação diminuiu o crescimento e nutrição mineral da planta, reduzindo a massa da planta, o número de hastes da planta, o número e a massa de nódulos e o teor de N na planta. Essa diferença se torna bastante perceptível principalmente quando se trata de grandes culturas, como a soja. Todas as plantações de soja no Brasil adotam essa alternativa sustentável. Isso equivale a uma economia de sete bilhões de dólares por ano pela substituição da adubação química.

Na pesquisa² (Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas), os resultados sobre avaliação da sucessão em reflorestamentos com 12 anos em áreas de solo arenoso degradado em Porto Trombetas, PA, mostram que sob as parcelas onde foram implantadas uma leguminosa fixadora exótica *Racosperma*

(ex. *Acacia mangium*), uma leguminosa fixadora nativa (*Sclerolobium paniculatum*), duas mirtáceas exóticas (*Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus citriodora*) e uma celastracea nativa (*Goupia glabra*). Esta foi a maior riqueza de espécies nativas oriundas da regeneração natural e a maior biomassa vegetal encontradas sob os reflorestamentos com leguminosas fixadoras de nitrogênio.

Toda essa biomassa vegetal se deve ao sucesso da fixação biológica de nitrogênio, que além de proporcionar melhorias para a própria leguminosa, dispõe nitrogênio para plantas consorciadas. Em caso de recuperação de áreas degradadas, pode-se citar como exemplo o consórcio entre uma leguminosa arbórea *Acacia magium* e *Brachiaria humidicola*, na qual a leguminosa iria contribuir para aumentar a produtividade da gramínea em até 28% em comparação a uma pastagem em monocultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reações ocorridas no meio ambiente, como o uso inadequado do solo para cultivos, sem respeito à sua aptidão agrícola e limitações, tem acelerado os processos de degradação da capacidade produtiva do solo, alterando, conseqüentemente, o meio ambiente. Práticas conservacionistas, em especial a fixação biológica de nutrientes no solo, têm contribuído para a melhoria desse quadro, já que é uma maneira atrativa devido à economia que se tem na obtenção dessa prática.

REFERÊNCIAS

FRANCO, A.A.; RESENDE, A.S. de; CAMPELLO, E.F.C. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. Mato Grosso do Sul, p. 1-24, 2003.

COELHO, R.R.R.; DROZDOWICZ, A. The occurrence of actinomycetes in a cerrado soil in Brazil. *Revue de Ecologie e Biologie du Sol*, v.15, n.4, p.459-473, 1978.

SCOTTI, M.R.M.M.L.; SA, N.M.H.; VARGAS, M.A.T.; DOBEREINER, J. Resistência natural a estreptomicina de estirpes de *Rhizobium* e sua possível influência na nodulação de leguminosas em solos de cerrado. In: SEMINARIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. Anais.

RIBEIRO, P.A. Utilização de leguminosas na produção de biomassa e como fonte de nutrientes em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha-PB. 1999. 57f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba. 1999.

TRANNIN, I.C.B.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; LIMA, A. Tolerância de estirpes e isolados de *Bradyrhizobium* e de *Azorhizobium* a zinco, cádmio e cobre "in vitro". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.305-316, 2001.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso. *Revista da Fapese*, v.3, n. 2, p. 81-86. 2007. SILVA, E. T. M. da; MACHADO, A. A.; FORATTO, D.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. de C.; FERAZ, M.; OLIVEIRA, P. P. A. Eficiência da fixação biológica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006. São Paulo. Anais... São Paulo: USP: CNPq: FAPESP, 2006.

NOGUEIRA, N.O.; OLIVEIRA, O.M. de; MARTINS, C.A. da S.; BERNARDES, C. de O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. In: CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. 2012