



Avaliação da biodisponibilidade de Nitrogênio contido em diferentes protótipos de fertilizante orgânico N-verde.

Evaluation of the efficiency of Nitrogen contained in different N-green organic fertilizer prototypes.

MELLO, Gabriel Alves Botelho de¹; CORREIA, Elizabeth Fernandes²; GUERRA, José Guilherme Marinho³; SOUZA, Evandro Francisco Ferreira da Silva⁴; PAIXÃO, Mariana Sophia Cunha Pinto da⁵; ARAUJO, Ednaldo da Silva⁶;

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do solo UFRRJ, gabrirjrural@gmail.com;

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, elizabeth.correia@embrapa.br;

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, guilherme.guerra@embrapa.br;

⁴Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, evandroffss@gmail.com;

⁵Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, mariana.sophiapaixao@gmail.com;

⁶Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ednaldo.araujo@embrapa.br.

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: O objetivo da pesquisa foi observar a biodisponibilidade de nitrogênio dos protótipos de fertilizante orgânico denominado N-verde. Foram testados 8 protótipos, N-verde folha + caule (N-FC), N-verde compostado 5 dias (N-FC5), N-verde compostado 15 dias (N-FC15), N-verde compostado 30 dias (N-FC30), N-verde compostado 90 dias (N-FC90), N-verde compostado 120 dias (N-FC120), N-verde folha (N-F), N-verde fermentado (N-FER), sendo comparados com farelo de mamona (FM). Dois ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, um em 2021 e outro em 2022 em delineamento blocos ao acaso. As variáveis analisadas foram Biomassa Seca de Planta (BSP) e Nitrogênio Recuperado (NR). Os menores acúmulos de BSP foram em N-FC30 e N-FC90, em ambos os anos. Os melhores resultados de NR foram nos protótipos FM e N-F no ano de 2021 e no ano de 2022 FM, N-F, N-FC, N-FC5, N-FC15 e N-FER não diferiram estatisticamente. Os adubos com menor biodisponibilidade de N foram N-FC30 e N-FC90 em ambos os anos.

Palavras-chave: biomassa de leguminosa; adubo orgânico; nitrogênio; gliricídia.

Introdução

Os fertilizantes nitrogenados desempenham um papel importantíssimo na manutenção da fertilidade do solo, aumento da produtividade das culturas e melhoria na qualidade das colheitas.

O nitrogênio (N) é o elemento utilizado em maior quantidade pelas plantas, e muitas vezes limita o potencial de produção dos sistemas agrícolas (TILMAN et al., 2011), principalmente em sistemas orgânicos (BERGSTRAND et al., 2020).

Apesar de se ter muitos fertilizantes nitrogenados no mercado, há situações e modelos de agricultura que ainda carecem de opções de adubos, como no caso da agricultura orgânica.



A agricultura brasileira possui uma alta dependência de insumos estratégicos procedentes do mercado externo, principalmente quanto ao uso de fertilizantes nitrogenados (ANDA, 2011). Neste cenário fica cada vez mais importante buscar e consolidar tecnologias que sejam capazes de atenuar essa dependência e fragilidade da agricultura do país.

Uma das tecnologias que podem contribuir com a carência desse insumo, principalmente na cadeia produtiva de alimentos orgânicos é o uso de biomassa de plantas leguminosas como fonte de matéria prima para produção de fertilizantes orgânicos nitrogenados. Essa abordagem sobre como aproveitar o potencial de uma planta leguminosa como fonte de nutrientes e matéria orgânica vem sendo desenvolvida, alicerçada em pesquisas de produção do N-verde.

O N-verde é um fertilizante orgânico produzido a partir da biomassa aérea de leguminosa fixadora de nitrogênio, especialmente da gliricídia (*Gliricidia sepium*), conforme relatado por Araújo (2018). A gliricídia é uma árvore leguminosa pertencente à família Fabaceae originária da América Central, que hoje pode ser achada em todo o mundo (ZAHAWI, 2005).

Os fertilizantes orgânicos produzidos a partir de biomassa de plantas leguminosas promove benefícios e concilia as funcionalidades da ciclagem de nutrientes proveniente da adubação verde com a praticidade de uso de um adubo orgânico comercial. Essa tecnologia possibilita que a biomassa de parte aérea da leguminosa seja armazenada e utilizada no momento mais adequado para a cultura de interesse que se deseja adubar, favorecendo a sincronia da provisão de nitrogênio (N) com a demanda desse elemento pela cultura (ALMEIDA, 2008; OLIVEIRA et al., 2021).

O nitrogênio (N) contido na matriz celular da gliricídia está predominantemente na forma de N-orgânico e precisa ser mineralizado em N-inorgânico, amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^+), pelos microrganismos do solo antes de se tornar disponível e ser absorvido pelas plantas (RIGBY et al., 2016).

A partir desse ponto de vista, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a biodisponibilidade de nitrogênio nos diferentes protótipos de N-verde obtidos pelo processamento da biomassa da parte aérea de gliricídia.

Metodologia

Dois bioensaios de recuperação de nitrogênio foram conduzidos na casa de vegetação da EMBRAPA Agrobiologia, localizado no município de Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Latitude 22°45' Sul, Longitude 43°39' Oeste, e altitude de aproximadamente 33 m acima do nível do mar). O clima da região é classificado como AW segundo a classificação de Köppen-Geiger com verão quente e chuvoso e inverno frio e seco.

As experiências foram conduzidas por 28 dias, utilizando a metodologia descrita por LEAL et al., 2010. A planta indicadora utilizada nos estudos foi o milheto (*Pennisetum glaucum*), sendo o primeiro bioensaio realizado em novembro de 2021 e o segundo em maio de 2022.

Os protótipos de N-verde estudados foram obtidos pelas seguintes etapas: corte e picagem mecânica da biomassa de parte aérea de gliricídia, secagem ao ar livre da



biomassa, moagem da biomassa, e produção dos pellets do N-verde, alguns protótipos passaram também pelo processo de compostagem ou fermentação.

Os seguintes fertilizantes foram confeccionados N-verde Folha (N-F), N-verde folha com caule (N-FC), N-verde folha com caule compostado por 5 dias (N-FC5), N-verde folha com caule compostado por 15 dias (N-FC15), N-verde folha com caule compostado por 30 dias (N-FC30), N-verde folha com caule compostado por 90 dias (N-FC90), N-verde folha com caule compostado por 120 dias (N-FC120) e N-verde fermentado por 30 dias (N-FER). Estes adubos foram comparados com o fertilizante orgânico farelo de mamona.

Os experimentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições de cada tratamento. Em ambas as experiências os tratamentos receberam uma dose de nitrogênio de 0,15g de N, exceto o tratamento isento de nitrogênio que como os demais tratamentos receberam a adição de solução nutritiva isenta de N. A solução isenta de N foi aplicada na dose de 50 ml/vaso⁻¹ aos 7, aos 14 e 21 dias após a semeadura. O milho foi cultivado em areia lavada e autoclavada em vasos 500ml.

Após 28 dias de experimento, as plantas de milho foram colhidas e divididas em parte aérea e raiz. Logo após, os materiais foram secos em estufa e processados em moinho tipo Willey e as amostras encaminhadas ao Laboratório de Ciclagem de Nutrientes para determinação de nitrogênio e carbono e ao Laboratório de Química Agrícola, ambos da Embrapa Agrobiologia, para determinação dos demais macronutrientes.

A proporção de N recuperado pelas plantas de milho foi calculada com base na seguinte equação:

$$N \text{ recuperado (\%)} = ((N_{\text{trat}} - N_{\text{controle}}) / N_{\text{ad}}) \times 100$$

Em que:

N_{trat} = N total recuperado pelas plantas de milho no tratamento;

N_{contr} = N contido nas plantas de milho do tratamento controle (sem adubação);

N_{ad} = Dose de N total aplicada no tratamento.

Resultados e Discussão

A sincronização inadequada entre a disponibilidade de nutrientes e a absorção pela planta foi identificada como uma das principais restrições à produtividade dos sistemas de produção orgânica (NYGAARD SORENSEN; THORUP-KRISTENSEN, 2011).

Em geral, tem se buscado melhorar a sincronização entre a disponibilidade e a absorção de nutrientes pelas plantas em sistemas que utilizam fontes orgânicas de nutrientes (PINTO et al., 2017).

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos de Biomassa Seca de Plantas (BSP) e Nitrogênio Recuperado (NR) pelas plantas de milho cultivadas em areia lavada e autoclavada por 28 dias em casa de vegetação em dois anos de estudo.

A BSP e NR nos dois ensaios, tanto de 2021 quanto de 2022, apresentaram diferenças significativas pela análise de variância (Tabela 1). O que demonstra que as diferentes tecnologias de processamento da biomassa de gliricídia influenciaram a matéria prima utilizada na confecção dos protótipos de fertilizante N-verde.



Podemos observar na tabela 1 que os melhores ganhos de BSP foram evidenciados com FM nos dois anos. Os tratamentos N-F, N-FC e N-FC120 no ano de 2021 apresentaram similar ganho de BSP, sendo maiores que os demais, mas foram diferentes do FM. Já no ano de 2022, o FM promoveu maior acúmulo, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos N-F, N-FC, N-FER, N-FC5, N-FC15. Possivelmente essa diferença entre os experimentos é explicada pelas condições climáticas nos anos de estudo. As menores taxas de BSP foram evidenciadas nos protótipos N-FC30, N-FC90 em ambos os anos quando comparamos os adubos orgânicos entre si. O menor resultado de BSP foi evidenciado no tratamento controle isento de N, o que demonstra que todos os adubos promoveram ganhos de BSP em comparação com a testemunha.

Tabela 1. Biomassa de Seca de Plantas (BSP) e Nitrogênio Recuperado (NR) pelas plantas de milho nos bioensaios de recuperação de nitrogênio de 2021 e 2022.

Tratamento	BSP 2021	BSP 2022	NR 2022	NR 2022
	------(g)-----		-----mg.g ⁻¹ -----	
N-FC	1,6 ^b	2,3 ^a	16,1 ^b	14,3 ^b
N-FC5	1,5 ^c	2,0 ^a	15,6 ^b	14,0 ^b
N-FC15	1,5 ^c	2,0 ^a	15,6 ^b	12,9 ^b
N-FC30	1,2 ^e	1,0 ^c	6,0 ^f	3,4 ^d
N-FC90	1,3 ^d	0,8 ^c	8,5 ^e	2,3 ^d
N-FC120	1,6 ^b	1,6 ^b	10,8 ^d	7,0 ^c
N-F	1,6 ^b	2,4 ^a	21,5 ^a	20,1 ^a
N-FER	1,3 ^d	2,2 ^a	14,0 ^c	12,6 ^b
FM	2,0 ^a	2,4 ^a	22,3 ^a	23,1 ^a
CONT	0,4 ^f	0,5 ^c	-----	-----
CV (%)	3.7	16.7	12,0	20,6

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A figura 1 apresenta uma ilustração do crescimento vegetativo das plantas de milho no ano de 2022 e a comparação da biodisponibilidade de N que acarretou os resultados de NR pelas plantas de milho cultivadas com os diferentes protótipos de N-verde e farelo de mamona durante o cultivo de 28 dias em casa de vegetação em 2021 e 2022.

O comportamento similar do NR em ambos os anos verificados na figura 1 demonstram que os resultados são análogos independente do ano, mesmo ocorrendo diferenças no acúmulo de BSP (Tabela1). Essas diferenças de ganho de BSP e NR observados na tabela 1 e figura 1 estão possivelmente relacionadas a variações na biodisponibilidade de nutrientes, principalmente para o N que é um dos responsáveis por promover melhores incrementos no crescimento vegetativo o que também promove geralmente maiores ganhos de massa seca.

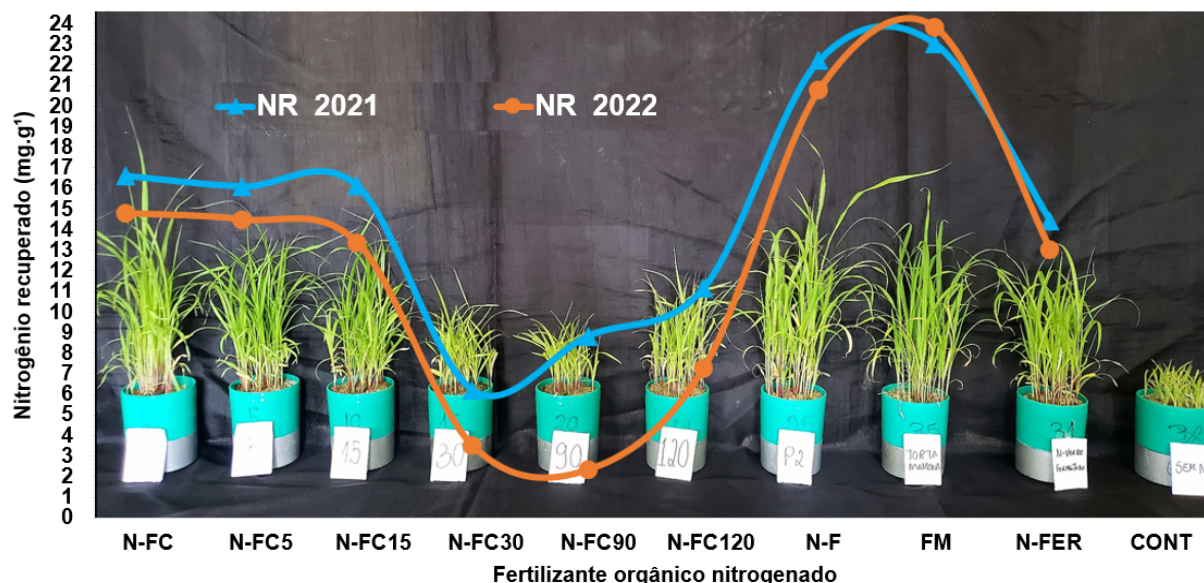


Figura 1. Ilustração das plantas de milho no ano de 2022 e gráfico com comparação de resultado de Nitrogênio Recuperado (NR) pelas plantas de milho cultivadas em areia com dose de 0,15g N por 28 dias em casa de vegetação em 2021 e 2022.

O NR do protótipo de N-F foi estatisticamente semelhante ao do FM para os dois bioensaios, similar resultado foi evidenciado na BSP no ano de 2022. Os menores ganhos de NR foram observados justamente nos tratamentos de menor acúmulo de biomassa (Tabela 1).

Provavelmente esses resultados de baixo acúmulo de BSP e NR pelas plantas de milhetos nos protótipos N-FC30 e N-FC90 decorrem do fato que estes protótipos de N-verde foram produzidos com biomassa de gliricidia compostada, onde o N pode estar numa forma molecular não disponível ou imobilizado para as plantas neste período de intensas transformações da matéria orgânica, durante o processo de compostagem, gerando uma matéria prima com baixa biodisponibilidade de N para produção de N-verde compostado.

Conclusões

Os diferentes processos de produção do fertilizante orgânico nitrogenado N-verde promoveram alterações nos ganhos de BSP e biodisponibilidade de nitrogênio para cultura de milho e o processo de compostagem a partir dos 30 dias provavelmente proporcionou imobilização do N, acarretando assim na redução na biodisponibilidade de N e redução do NR pelas plantas de milho e consequentemente menores BSP. Os protótipos de N-verde N-F, N-FC, N-FC5 e N-FC15 apresentaram resultados próximos aos dos FM para BSP e NR, demonstrando que estes protótipos apresentam potencial para serem utilizados na adubação nitrogenada de plantas cultivadas.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, Maxwell M.T.B.; LIXA, Alice T.; SILVA, Edmilson E.; AZEVEDO, Pedro H. S.; DE-POLLI, Helvécio; RIBEIRO, Raul L.D. Fertilizantes de leguminosas como



fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. Pesq. agropecuária brasileira, Brasília, v. 43, n. 6, p. 675-682, 2008.

ARAÚJO, Ednaldo. S. Pesquisa desenvolve fertilizante orgânico a partir da biomassa de plantas. Agência Embrapa de Notícias. Ana Lucia Ferreira. Setembro de 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-noticias-embrapa/busca-de-noticias/-/noticia/37485979/pesquisa-desenvolve-fertilizante-organico-a-partir-da-biomassa-de-plantas>. Acesso em: 07 de julho. 2023.

ANDA - Associação Nacional de Difusão de Adubos. Setor de fertilizantes: anuário estatístico 2011. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos. 178 p.

BERGSTRAND, Karl-Johan J.; LÖFKVIST, Klara; ASP, Håkan. Dynamics of nutrient availability in tomato production with organic fertilizers. Biological Agriculture & Horticulture, v. 36, p.200–212, 2020.

LEAL, Marco. A. de A.; MATEUS, Juliana S.; AQUINO, Adriana, M.; SANTOS, Silvio da. S. Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de bioensaio. Embrapa Agrobiologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2010.

NYGAARD SORENSEN, Jorn; THORUP-KRISTENSEN, Kristian. Plant-based fertilizers for organic vegetable production. J. Plant Nutr. Soil Sci., v. 174, p. 321–332, 2011.

OLIVEIRA, Francisco R. A.; DIAS, Tadeu S. D.; SOUZA, Henrique A.; LIMA, Breno L. C.; COSTA, Mirian C. G. Tree legumes with fertilizer potential: a multivariate approach. Revista Ciência Agronômica, v. 52, n. 1, e20196831, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210002>

PINTO, Roland; BRITO, Luís. M.; COUTINHO, João. Organic production of horticultural crops with green manure, composted farmyard manure and organic fertiliser. Biological Agriculture & Horticulture, v. 33, p.269–284, 2017.

RIGBY, Hannah; CLARKE, Bradley. O.; PRITCHARD, Deborah. L.; MEEHAN, Barry; BESHAK, Firew; SMITH, Stephen. R.; PORTER, Nicola A. A critical review of nitrogen mineralization in biosolids-amended soil, the associated fertilizer value for crop production and potential for emissions to the environment. Sci. Total Environ, v. 541, p.1310–1338, 2016.

TILMAN, David; BALZER, Christian.; HILL, Jason; BEFORT, Belinda. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci, v. 108, p.20260–20264, 2011.

ZAHAWI, Rakan. A. Establishment and growth of living fence species: an overlooked tool for the restoration of degraded areas in the tropics. Restor. Ecol., v. 13, p. 92-102, 2005.