



INFLUÊNCIA DE RESÍDUO ORGÂNICO NA NODULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

Natalia Caetano Vasques¹; Bárbara Maria Lustri²; Marcelo Teixeira Silva³; Edison Schmidt Filho⁴; Francielli Gasparotto⁵

¹Acadêmica do Curso de Agronomia, UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista do PIBIC/UniCesumar

²Acadêmica do Curso de Agronomia, UNICESUMAR, Maringá-PR.

³Mestre em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR, Maringá-PR.

⁴Co-Orientador, Prof. Dr. do Centro de Ciências Exatas, Tecnológicas e Agrárias e do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação; ICETI, UNICESUMAR, Maringá-PR.

⁵Orientadora, Profa. Dra. do Centro de Ciências Exatas, Tecnológicas e Agrárias e do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação. ICETI, UNICESUMAR, Maringá-PR.

RESUMO: A necessidade da redução do emprego de adubos minerais e da poluição ambiental, juntamente com o vigoroso desenvolvimento da cultura de soja é de grande interesse econômico, ambiental e social. Para isso, estudos de práticas que acarretem o aumento de produtividade e diminuam o custo de produção desta cultura, como o uso de resíduos orgânicos, por exemplo a cama de frango, em sua adubação mostrou-se necessário. Assim, objetivou-se avaliar a influência da utilização deste resíduo como adubo orgânico sob a nodulação da cultura da soja. Para isto foram avaliados os seguintes tratamentos: T1 – Cama de Frango (5 ton.ha⁻¹); T2 – Cama de Frango (5 ton.ha⁻¹) + Adubação Mineral (139 kg.ha⁻¹ do formulado 04-30-10); T3 – Adubação Mineral (257kg.ha⁻¹ do formulado 04-30-10); T4 – Testemunha (sem adubação). As avaliações foram nos estádios R1, R3 e R5 e os parâmetros avaliados: comprimento das raízes (CRz); número de nódulos (NNod) e; viabilidade dos nódulos (VNod). A aplicação do resíduo orgânico, cama de frango, influenciou de forma benéfica o crescimento radicular e nodulação das plantas de soja realizada por bactérias fixadoras de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: Cama de frango; fixação simbiótica de nitrogênio; *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) do mundo, sendo que na safra 2016/2017 esta cultura ocupou uma área de 35,1 milhões de hectares onde obteve-se uma produção de 118,9 milhões de toneladas (CONAB, 2018), ficando atrás apenas dos Estados Unidos que é o maior produtor mundial. Assim como a economia, o crescimento populacional também depende da maior produção da cultura, já que este grão é considerado a base para a elaboração de derivados que direta ou indiretamente são utilizados na alimentação, além de ser uma fonte de energia renovável para produção de biodiesel (BRANDÃO, et al., 2007).

O potencial de rendimento desta leguminosa é determinado geneticamente, no entanto, os tratamentos culturais e os fatores ambientais interferem nessa capacidade, limitando seu desenvolvimento em algum momento durante o ciclo (DALL'AGNOL, 2016). Entre essas técnicas culturais está a utilização correta dos fertilizantes. Nesta cultura o fornecimento de nitrogênio é realizado por meio da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, sem o auxílio destes microrganismos o custo de produção seria tão elevado, devido a real quantidade necessária deste nutriente para a leguminosa, que a produção de soja seria inviabilizada (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Ainda segundo os autores esta simbiose é proporcionada na cultura através da inoculação das sementes de soja com inoculantes contendo as bactérias diazotróficas, sendo principalmente utilizadas



as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Esta é uma prática sustentável, pois reduz o uso de adubos nitrogenados minerais, minimizando os impactos ambientais.

Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA (2018), o Brasil importou 26.305.488 toneladas de fertilizantes em 2017. Isso evidencia que existe uma grande dependência da Agricultura Brasileira de insumos que vem de fora do país. Visando diminuir essa dependência e otimizar a utilização de fertilizantes, o país deve atentar para maneiras alternativas de fertilização de seus solos, tais como adubação verde, adição de matéria orgânica, por meio da utilização de resíduos animais, vegetais e industriais, produzidos regionalmente.

Como alternativa aos fertilizantes minerais vem se destacando o uso de resíduos orgânicos em diversas culturas (PELIZER et. al 2007; CHAER; TÓTOLA, 2007; GUIMARÃES et. al, 2006; BEZERRA et. al, 2009). Os processos de reutilização e reaproveitamento de resíduos economizam recursos naturais, reduzem os impactos ambientais ao serem utilizados em seu processo produtivo, quando comparados aos processos que utilizam matérias-primas virgens (SCHNEIDER, 2013) e ainda o custo de produção.

Na busca por insumos menos agressivos ao ambiente e mais eficientes, produtos como a cama de frango (CARVALHO et al., 2011) tem se destacado. O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frango e o segundo maior produtor desta ave, atrás apenas dos Estados Unidos (USDA, 2016). A produção avícola produz considerável volume de cama de frango, resíduo que consiste de material distribuído no piso do aviário para servir de leito, recebendo excreções, restos de ração e penas. Esse resíduo pode constituir valioso insumo devido à alta concentração de nutrientes (SZOGI et. al 2010), alta disponibilidade em algumas regiões e baixo custo (SAINJU et. al, 2010; TAGOE et. al, 2010), requerendo, entretanto, que sua utilização seja respaldada cientificamente quanto ao modo, à quantidade e à época de aplicação, devido ao alto potencial de contaminação ambiental, com risco de ineficiência agrônômica (VADAS et al., 2004; SEITER et al., 2008).

Diante destes fatos o uso da cama de frango como fonte de nutrientes para a cultura da soja apresenta-se como uma alternativa, porém o efeito desta utilização sobre a população de microrganismo do solo, entre estes das bactérias diazotróficas, poderia ser positivo ou negativo, e ainda poderia influenciar nos processos mediados por estes organismos, como a fixação biológica do nitrogênio. Desta forma, estudos sobre o impacto desta prática no processo de nodulação da cultura da soja mostraram-se essenciais. Assim, objetivou-se avaliar a influência da utilização do resíduo cama de frango como adubo orgânico sob a nodulação da cultura da soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Fitopatologia, localizado no campus da Unicesumar na cidade de Maringá-PR. Para a implantação do experimento coletou-se solo na profundidade de 0-10 cm em uma área com mais de 10 anos de plantio com as culturas de soja, milho e trigo.

A condução do experimento ocorreu em vasos utilizando a variedade BS 2606 IPRO. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos, 4 vasos por tratamento, totalizando 3 plantas vigorosas por vaso. Sendo os tratamentos: T1 - Cama de frango (5 ton.ha⁻¹); T2 – Cama de frango (5 ton.ha⁻¹) + adubação mineral (139 kg.ha⁻¹ do formulado 04-30-10); T3 – Adubação mineral (257 kg.ha⁻¹ do formulado 04-30-10); T4 – Testemunha (sem adubação).

O inoculante líquido escolhido apresenta a concentração 6×10⁹ UFC/mL de bactérias *Bradyrhizobium japonicum* estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080, na dose de 150 mL para cada 50 kg de sementes de soja conforme recomendação.

O preparo das sementes em cada tratamento foi realizado, após o tratamento realizou-se o plantio, em vasos de 2,0 L, sendo que inicialmente cada vaso recebeu cinco sementes, todavia após a emergência foi selecionado as três plantas mais vigorosas, totalizado 12 plantas por tratamento.

As avaliações ocorreram em três estádios fenológicos:

R1, caracterizado por conter uma flor completamente aberta em qualquer nó da haste principal;



R3, tendo como referência a presença de vagem de 0,5 a 2,0 cm em um dos quatros últimos nós na haste principal e;

R5, estágio reprodutivo que apresenta início de enchimento de grãos (<10% de granação) em um dos quatros últimos nós e também na haste principal.

Em cada estágio fenológico foram utilizadas 4 plantas de cada tratamento, sendo as plantas retiradas com o auxílio de água corrente, evitando assim que as estruturas radiculares fossem danificadas ou comprometidas. Na sequência as plantas foram transferidas para o laboratório onde se realizou-se a avaliação dos seguintes parâmetros:

- Comprimento das raízes (CRz): as raízes frescas da planta foram levadas até a superfície da bancada do laboratório e na sequência realizou-se a aferição em centímetros com auxílio de uma régua;
- Número de nódulos (NNod): foi realizado a retirada dos nódulos existentes nas raízes e então realizada sua contagem;
- Viabilidade dos nódulos (VNod): os nódulos retirados de cada planta foram cortados ao meio e a coloração do mesmo verificada: vermelha (nódulos viáveis); branco/amarelado (nódulos não viáveis).

As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas com o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência do uso dos resíduos no crescimento de plântulas de soja foi avaliada por meio de seu desenvolvimento radicular, de acordo com o comprimento observou-se que no estágio R1 não houveram diferenças significativas entre os tratamentos. Já em R3, observaram-se maiores comprimentos em T1 e T2, sendo que raízes de T3 mostraram comprimentos medianos, e o pior desenvolvimento se deu nas plantas do T4, que não receberam nenhum tipo de adubação. Em R5, as raízes de plantas adubadas apenas com cama de frango (T1) mostraram-se mais desenvolvidas, seguidas de T2, T3 e novamente T4 apresentou o menor desempenho radicular (Tabela 1).

Ressalta-se que o maior comprimento da raiz de uma planta favorece a absorção de nutrientes pois a mesma buscará água e elementos essenciais para seu desenvolvimento de acordo com a dimensão da estrutura radicular, ou seja, maior será a área de exploração do solo pela cultura. Pôde-se observar neste trabalho que raízes de plantas que receberam adubação orgânica mostraram-se maiores, e de acordo com Neumaier et al. (2000) o aumento do sistema radicular influencia no aumento do desempenho da planta em toda sua atividade metabólica, devido maior capacidade de absorção.

Um fator importantíssimo na cultura da soja é o processo de fixação biológica do nitrogênio, por meio do desenvolvimento de nódulos por bactérias diazotróficas simbióticas, na avaliação deste parâmetro, verificou-se que no estágio R1 tanto a quantidade, quanto a viabilidade de nódulos nas raízes foram equivalente (estatisticamente) entre os tratamentos. Já em R3, o número de nódulos radiculares das plantas de T1 e T2 sobressaíram-se, enquanto que T4 mostrou com o menor número de nódulos, no entanto a viabilidade não mostrou diferença significativa. Em R5, as plantas do T1 apresentaram raízes com maior número de nódulos e também com maior viabilidade em relação das plantas dos demais tratamentos (Tabela 1).



Tabela 1. Crescimento radicular, quantidade e atividade de nódulos em plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos com o resíduo orgânico cama de frango.

| Trat ¹ | CRz (cm) ² | | | NNod ³ | | | VNod ⁴ | | | %VNod ⁵ | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------|---------|-------------------|---------|--------|-------------------|--------|--------|--------------------|-------|-------|
| | R1 ⁶ | R3 | R5 | R1 | R3 | R5 | R1 | R3 | R5 | R1 | R3 | R5 |
| T1 | 25,66a | 28,66a ⁷ | 30,50a | 10,33a | 34,00a | 24,50a | 7,00a | 12,50a | 10,00a | 67,96 | 36,76 | 40,81 |
| T2 | 25,00a | 26,00a | 26,00ab | 10,66a | 28,5a | 9,00b | 10,66a | 15,00a | 2,50b | 100 | 52,63 | 27,77 |
| T3 | 25,03a | 23,66ab | 20,50b | 14,66a | 21,00ab | 5,50b | 8,33a | 10,50a | 0,55b | 56,82 | 39,66 | 10 |
| T4 | 11,83a | 16,66b | 11,00c | 10,66a | 7,5b | 3,50b | 6,00a | 4,50a | 1,00b | 56,29 | 60 | 28,57 |

¹T1 – Cama de Frango (5 ton.ha-1); T2 – Cama de Frango (5 ton.ha-1) + Adubação Mineral (139 kg.ha-1 do formulado 04-30-10); T3 – Adubação Mineral (257kg.ha-1 do formulado 04-30-10); T4 – Testemunha (sem adubação).

²CRz (cm): Comprimento da raiz em centímetros.

³Número de Nódulos na raiz da planta de soja.

⁴Viabilidade dos Nódulos da raiz da planta de soja.

⁵% de Nódulos Viáveis em cada tratamento.

⁶Estádios fenológicos que a planta se encontrava quando realizada a avaliação (R1, R3 e R5).

⁷Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

O nitrogênio é um nutriente essencial para a cultura da soja, tendo sua importância destacada nas fases de floração e enchimento de grãos, já que mesmo cessando o desenvolvimento vegetativo existem muitas vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo (OLIKER et al., 1978). No estágio R5, onde o enchimento de grãos ainda está ocorrendo, os nódulos avaliados nas plantas deste trabalho mostraram-se com viabilidade menor do que em R3 em todos tratamentos, isso pode ser explicado devido ao fato de que no final do estágio reprodutivo da planta, não há mais uma efetiva simbiose entre bactéria e planta pois a necessidade de nitrogênio já se encontra reduzida (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Estes resultados mostram que a adubação da cultura da soja com cama de frango foi benéfica tanto para o crescimento das raízes, quanto para o processo de fixação simbiótica do nitrogênio.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cama de frango proporcionou maior crescimento radicular em qualquer que seja o estágio de desenvolvimento da planta de soja, beneficiando a mesma na absorção de água e nutrientes.

A adubação orgânica influenciou de forma benéfica a nodulação das plantas de soja, tanto na quantidade quanto viabilidade do nódulos.

A aplicação de cama de frango como adubo ao cultivo da cultura da soja é viável, pois traz benefícios tanto às plantas quanto ao ambiente, visto o descarte correto do resíduo orgânico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Estatística. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.



BEZERRA, F.C.; FERREIRA F.V.M.; SILVA T.da C. Produção de mudas de berinjela em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. **Horticultura Brasileira** p. S1348-S1352, 2009.

BRANDÃO, K. S. R.; SILVA, F. C.; NASCIMENTO, U. M.; SOUSA, M. C.; MOUZINHO, A. M. C.; SOUZA, A. G.; CONCEIÇÃO, M. M.; MOURA, K. R. M. Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol. Anais do I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, **Brasília: Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel**, p. 141-146, 2007.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; PASSOS, A. M. A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza v. 42, n. 4p. 930-939, 2011.

CHAER, G. M.; TÓTOLA, M. R.; Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **R. Bras. Ciências do Solo** p. 31:1381-1396, 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, soja 2017, Boletim grãos agosto/2018. **Brasília: CONAB**, 2018.

DALL'AGNOL, A. A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições. **Brasília, DF: Embrapap**. p 71, 2016.

GUIMARÃES, M. M. B.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. DE M.; COSTA, F. X.; XAVIER, J. DE F.; LUCENA, A. M. A. DE. Produção de muda de mamoneira em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: **Congresso Brasileiro de Mamona**, 2006, Aracaju. EMBRAPA, 2006.

MOREIRA, Fátima M. S.; SIQUEIRA, José Oswaldo. Microbiologia e bioquímica do solo. 2. ed., atual. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2006.

Neumaier, N., Nepomuceno, A. L., Farias, J. R. B., & Oya, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 19-44. 2000.

OLIKER, M. et al. Changes in weight nitrogen accumulation respiration and photosynthesis during growth and development of seed and pods of Phaseolus vulgaris. **Am. J. Bot., Lawrence**, v. 65, n. 3, p. 366-71, 1978.

PELIZER, L.H.; PONTIER, M.H.; MORAIS, T. de O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Jornal Technology Management & Innovation**, v.1, n.1p.118-124, 2007.

SAINJU, U. M. et al. Poultry litter application increases nitrogen cycling compared with inorganic nitrogen fertilization. **Agronomy Journal, Madison**, v. 102, n. 3, p. 917-925. Mar. 2010.

SCHNEIDER, C. F., SCHULZ, D. G., LIMA, P. R., & JÚNIOR, A. C. G. Formas de gestão e aplicação de resíduos da cana-de-açúcar visando redução de impactos ambientais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5p.08-17, 2013.

SEITER, J. M. et al. DL XANES spectroscopic analysis of phosphorus speciation in alum-amended poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 37, n. 2, Mar./Apr, 2008 p. 477-485.



SZOGI, A. A.; BAUER, P. J.; VANOTTI, E. M. B. Fertilizer effectiveness of phosphorus recovered from broiler litter. **Agronomy Journal, Madison**, v. 102, n. 2, p. 723-727, Apr. 2010.

TAGOE S. O.; HORIUCHI T; MATSUI T. Effects of carbonized chicken manure on the growth, nodulation, yield, nitrogen and phosphorus contents of four grain legumes. **J Plant Nutr**, p. 33:684–700, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Produção mundial avícola. Disponível em: <
<http://www.usda.gov.br> >.

VADAS, P. A. et al. Effect of poultry diet on phosphorus in runoff from soils amended with poultry manure and compost. **Journal of Environmental Quality, Madison**, v. 33, n. 5, p. 1845-1854. Sept./Oct. 2004.