

NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM FOLHAS DE SOJA CULTIVADA COM RESÍDUOS DE ESGOTO TRATADO

Ana Carolina B. Kummer¹

Helio Grassi Filho²

Cacea Furlan Maggi³

Grupo 01 – Tecnologia Ambiental, Eixo: Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

Nas culturas agrícolas, a diagnose foliar possibilita verificar se os fertilizantes aplicados no solo, químicos ou orgânicos, estão sendo realmente aproveitados. Nesse sentido, objetivou-se com esse estudo, avaliar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de soja cultivada com resíduos de esgoto tratado. Utilizou-se o delineamento em parcelas subdivididas, adotando-se nas parcelas 2 tipos de água: residuária (AR) e de abastecimento (AB) e nas subparcelas 7 níveis de adubação nitrogenada: T0 – sem adubação nitrogenada; T1 – 100% adubação nitrogenada convencional (ureia); T2 – 50% adubação nitrogenada convencional + 50% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto compostado (LEC); T3, T4, T5 e T6 – 100, 150, 200 e 250% de adubação nitrogenada proveniente do LEC. Os dados relativos aos teores dos macronutrientes: N, P e K nas folhas de soja foram submetidos à análise de variância (5%) e ao teste de Tukey (5%). Os resultados apontaram interação significativa entre parcela e subparcela para todos os elementos avaliados. Concluiu-se que a substituição da adubação nitrogenada convencional (química) pela adubação com LEC elevou as médias do teor de N, P e K nas folhas de soja, atingindo níveis satisfatórios de N e P somente sob irrigação com água residuária AR. A AR incrementou em 26% o teor de P nas folhas de soja no tratamento controle. O uso de LEC e de AR não foi suficiente para ajustar os teores de K aos considerados adequados para a cultura.

Palavras-chave: Lodo; Água residuária; Reuso; Diagnose foliar; Macronutrientes.

INTRODUÇÃO

Dos elementos requeridos pela soja, o N ocorre em maior quantidade, devido ao elevado teor de proteína nos grãos. Esse nitrogênio pode ser disponibilizado às plantas por diversas formas, dentre elas os fertilizantes químicos, os quais são assimilados com maior

¹ Prof. Dra Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO – Departamento de Engenharia Ambiental, Irati-PR – ackummer@unicentro.br.

² Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, UNESP, Botucatu, SP - Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo – heliograssi@fca.unesp.br.

³ Prof. Dra. Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS - Laranjeiras do Sul, PR – cacea.maggi@gmail.com.

rapidez, tendo como inconveniente o custo elevado (HUNGRIA et al. (2001).

Nesse sentido, o uso de resíduos do tratamento de esgoto na adubação do solo em substituição total ou parcial à adubação química convencional, torna-se uma prática promissora, em decorrência da concentração elevada de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das culturas, e da diminuição dos gastos com adubação quando comparado à adubação convencional.

Independente da adubação utilizada, se química ou orgânica, recomenda-se efetuar a diagnose foliar nas culturas, visando a detecção de desequilíbrios nutricionais, possibilitando, entre outros, verificar se os fertilizantes aplicados no solo estão sendo realmente aproveitados, bem como se os nutrientes fornecidos estão balanceados conforme as exigências nutricionais da planta (RESENDE, 2008).

Dessa forma, objetivou-se com esse estudo, avaliar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de soja cultivada com lodo de esgoto compostado e irrigada com água residuária de estação de tratamento de esgotos.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo da UNESP, Botucatu-SP, em estufa agrícola, utilizando-se 140 vasos (43L) arranjados em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram caracterizadas pelo tipo de água utilizada na irrigação: água residuária (AR) e água de abastecimento (AB). As subparcelas foram caracterizadas pela adubação com o lodo de esgoto compostado (LEC), em substituição parcial, total ou superior à dose de N recomendada à cultura (66 kg.ha⁻¹ segundo LOBO et al., 2012), em 7 níveis (Tabela 1), resultando em 14 tratamentos com 10 repetições cada.

O Lodo de Esgoto Compostado (LEC) foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Jundiaí-SP, que trata uma carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) equivalente à uma população de 1 milhão de habitantes, considerando o quantitativo populacional somando às indústrias. O lodo gerado na ETE é recolhido e misturado a resíduos orgânicos do município, tais como podas urbanas, casca de eucalipto

e bagaço de cana-de-açúcar para posterior processo de compostagem. O produto final é o LEC, o qual é enriquecido com gesso agrícola, ganhando também a denominação de Fertilizante Orgânico Composto, classe D.

Tabela 1 – Níveis de adubação nitrogenada e doses de lodo de esgoto compostado (LEC)

Níveis de adubação	Componente da adubação	Dose de LEC	
		g.vaso ⁻¹	t.ha ⁻¹
T0	Sem adubação nitrogenada	-	-
T1	100% adubação nitrogenada por ureia	-	-
T2	50% de adubação nitrogenada por ureia + 50% de adubação nitrogenada por LEC	125	10
T3	100% de adubação nitrogenada por LEC	250	20
T4	150% de adubação nitrogenada por LEC	375	30
T5	200% de adubação nitrogenada por LEC	500	40
T6	250% de adubação nitrogenada por LEC	625	50

O esgoto tratado na ETE de Botucatu-SP deu origem à água residuária (AR) utilizada no experimento. Essa era coletada na etapa final do tratamento, ou seja, após o esgoto ter passado por desarenador, taque de equalização, reator anaeróbio de fluxo ascendente e decantadores primário e secundário. A água designada como de abastecimento (AB) foi proveniente do sistema de distribuição da rede de abastecimento público de água de Botucatu-SP. A demanda hídrica da cultura foi suprida mediante irrigação localizada por gotejamento, utilizando-se dois sistemas, um para cada parcela experimental, de forma que não ocorresse contaminação da AB pela AR.

A cultivar utilizada foi a Monsoy 7211 RR, padronizando-se 3 plantas por vaso. A diagnose foliar foi realizada no final da fase de florescimento da cultura. Para isso, selecionou-se uma planta por vaso e coletou-se a primeira folha amadurecida a partir da ponta do ramo, desconsiderando o pecíolo. Para cada tratamento, as amostras foram misturadas, obtendo-se uma amostra composta, na qual os elementos N, P e K foram determinados em triplicata pelo Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da FCA/UNESP, Botucatu-SP, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados relativos aos teores dos macronutrientes N, P e K nas folhas de soja foram submetidos à análise de variância (5%) e ao teste de Tukey (5%) por meio do software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Raij et al. (1997), os teores de N, P e K encontrados em folhas de soja, e considerados adequados para a cultura, situam-se nas seguintes faixas: de 40 a 54 g.kg⁻¹ de N; 2,5 a 5,0 g.kg⁻¹ de P; 17 a 25 g.kg⁻¹ de K. Assim, na Tabela 2 são apresentados os resultados médios do teor foliar dos macronutrientes analisados nas plantas de soja cultivada com resíduos do tratamento de esgoto.

Tabela 2 – Valores médios do teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em plantas de soja

Tipo de Água	Tratamentos ⁽¹⁾						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
N (g.kg⁻¹)							
AB	29,00 Ade	26,67 Bde	28,67 Be	33,00 Bc	31,00 Bcd	38,00 Bb	46,00 Ba
AR	26,00 Bd	41,00 Ac	39,67 Ac	45,00 Ab	46,33 Ab	51,00 Aa	52,33 Aa
CV1(%) = 1,14; CV2(%) = 3,15; DMS1 = 1,51; DMS2 = 2,94							
P (g.kg⁻¹)							
AB	1,40 Bf	1,60 Be	2,23 Bd	2,47 Bc	2,80 Ab	3,10 Aa	3,10 Aa
AR	1,77 Af	2,00 Ae	2,50 Ad	2,87 Abc	2,80 Ac	3,03 Ba	2,90 Bb
CV1(%) = 1,25; CV2(%) = 1,42; DMS1 = 0,06; DMS2 = 0,09							
K (g.kg⁻¹)							
AB	10,00 Ab	8,33 Acd	7,67 Bd	9,00 Bbc	9,67 Bb	12,00 Aa	12,67 Aa
AR	10,66 Ab	9,00 Ac	9,00 Ac	11,33 Aab	11,00 Ab	11,33 Aab	12,33 Aa
CV1(%) = 3,25; CV2(%) = 5,20; DMS1 = 0,76; DMS2 = 1,33							

*CV1 = coeficiente de variação da parcela; CV2 = coeficiente de variação da subparcela; DMS1 = diferença mínima significativa da parcela dentro da subparcela; DMS2 = diferença mínima significativa da subparcela dentro da parcela. **Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias dos teores de N foram favorecidos pela irrigação com AR em todos os tratamentos, apresentando resultados superiores às médias da parcela irrigada com AB, exceto no tratamento testemunha (T0), uma vez que a AR provocou decréscimo de 10% no teor foliar de N, quando comparado ao mesmo tratamento irrigado com AB.

Quanto aos teores de P, houve incremento nos tratamentos T0, T1, T2, T3 irrigados com AR, quando comparados aos mesmos tratamentos da parcela irrigada com AB. O uso associado da AR com LEC provocaram decréscimos nas médias dos T5 e T6, quando comparado aos mesmos tratamentos irrigados com AB. Já no T0 (testemunha) a AR

proporcionou incremento de 26% no teor de P.

Observou-se incremento de N e P nas folhas de soja, proporcionado pelo uso do LEC em doses crescentes, assim como Antonkiewicz et al. (2020), observaram aumento nos teores de N e P na biomassa de gramíneas e leguminosas, pelo uso de lodo de esgoto municipal, em comparação a outros resíduos utilizados no preparo do solo, isso porque o lodo pode conter teores elevados de N e P, o que favorece a absorção pelas plantas.

No entanto, neste estudo, o incremento de macronutrientes nas folhas de soja não foi suficiente para adequar os teores aos considerados adequados, principalmente na parcela irrigada com AB, do T0 ao T5 para o N, e do T0 ao T3 para o P.

Todos os teores de K, independente dos tratamentos, encontraram-se abaixo do recomendado para a cultura. A variação significativa nos teores desse elemento em função do uso de diferentes águas é observada somente nos T2, T3 e T4, cujas médias se elevaram com o uso da AR (Tabela 2). Em relação aos tratamentos T0, não se observou diferença estatística significativa entre as parcelas. O incremento de K nas folhas de soja também é observado em função do aumento das doses de LEC no solo. Da mesma forma Junio et al. (2012) observaram que o teor de potássio em folhas de milho aumentou com o incremento das doses de composto de lodo de esgoto (0 a 75 t.ha⁻¹), até a aplicação de 34,5 t.ha⁻¹. Já Antonkiewicz et al. (2020) não observaram incremento de K na biomassa de gramíneas e leguminosas quando adubadas com lodo de esgoto municipal em comparação à uma área controle (sem adubação).

Também foi observado que a substituição da adubação nitrogenada convencional (T1) pela adubação com LEC (T3) elevou significativamente as médias dos teores de N, P e K nas folhas de soja. No entanto, essa substituição não foi suficiente para que os teores de K se adequassem à faixa considerada adequada para a cultura. Nessas mesmas condições, os teores satisfatórios de N e de P somente foram observados ao se utilizar 100% de adubação com lodo de esgoto associada à irrigação com AR, em comparação à adubação 100% química.

CONCLUSÕES

A substituição da adubação nitrogenada convencional (química) pela adubação com

lodo de esgoto compostado (LEC) elevou as médias do teor de N, P e K nas folhas de soja, atingindo níveis satisfatórios de N e P somente sob irrigação com água residuária (AR). A AR incrementou em 26% o teor de P nas folhas de soja no tratamento controle. O uso de LEC e de AR não foi suficiente para ajustar os teores de K aos considerados adequados para a cultura.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da FCA/UNESP, Botucatu-SP e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- ANTONKIEWICZ, J. et al. Application of ash and municipal sewage sludge as macronutrient sources in sustainable plant biomass production. **Journal of Environmental Management**, v. 264, p. 110450, 2020.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja, 2001. (Circular técnica).
- JUNIO, G. R. et al. Produção de milho adubado residualmente com composto de lodo de esgoto e fosfato de Gafsa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.12, p.1289-1297, 2012.
- LOBO, T. F. et al. Crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.4, p.1333-1342, jul./ago. 2012a.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC. 1997. 285p
- RESENDE, A. V. Diagnose foliar. In: PRADO, R. M. et al. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCVA, Capes, Fundunesp, 2008. 301p.