

Avaliação do Nitrogênio Orgânico de Duas Fontes do Lodo de Curtume sobre o Rendimento de Matéria Seca na Germinação de Plantas de Milho

L.F SOUZA⁽¹⁾, P.G.S WADT⁽²⁾ & D.V. PÉREZ⁽³⁾

RESUMO – A utilização de lodo de curtume é uma alternativa para o fornecimento de nitrogênio para as plantas cultivadas. Contudo, a aplicação de doses elevadas de N-orgânico, quando a fonte do nutriente é o lodo orgânico, pode causar salinidade devido a presença de grande quantidade de sais, como sódio e cálcio. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de altas doses de nitrogênio orgânico de duas fontes de lodo de curtume (lodo de caleiro e lodo de decantador primário) sobre o crescimento de plantas de milho e rendimento de matéria seca em condições de casa de vegetação. No estudo, foi utilizando amostra de um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, a qual foi acondicionada em vasos de 7 litros, onde se cultivou o milho Agrocere, híbrido (AG 1051). Os tratamentos foram: testemunha sem nitrogênio; com nitrogênio mineral, na dose de 100 kg N ha⁻¹; lodo de caleiro nas doses 300, 600, 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico; e lodo de decantador, nas doses 300N, 600N, 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico. Os resultados indicaram que o lodo de curtume (decantador e primário) pode ser aplicado em doses de até 300 kg ha⁻¹ de N-orgânico, proporcionando as mesmas respostas que a aplicação de 100 kg de N-mineral e estatisticamente superiores à testemunha sem causar problemas de salinidade ou fitotoxicidade. Entretanto, em doses superiores a 600 kg N ha⁻¹, ocorrem injúrias nas plantas, afetando seu desenvolvimento normal.

Introdução

Os resíduos produzidos pelas indústrias de curtume podem conter elevados teores de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S), magnésio (Mg) e potássio (K), além de outros elementos como sódio (Na) e cromo (Cr), estes últimos podendo proporcionar impactos negativos como o acúmulo no solo quando em altas concentrações Teixeira *et al.* [1], Martines [2] e Ferreira *et al.* [3].

Especificamente quanto ao nitrogênio, o lodo de curtume pode atuar como uma excelente fonte deste nutriente para as plantas, já que podem conter até 8% de nitrogênio orgânico em sua composição. O nitrogênio participa do metabolismo das plantas como constituinte de moléculas de proteínas coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila etc. Além de ser

um dos nutrientes mais relevantes para o aumento da produção Souza & Fernandes [4].

As plantas absorvem nitrogênio do solo nas formas químicas de nitrato (NO₃⁻) e de amônio (NH₄⁺), os quais são utilizados na síntese protéica de outros compostos orgânicos e não são perdidos por desnitrificação ou volatilização, respectivamente e do N orgânico que é mineralizado em determinado tempo Wadt *et al.* [5].

A mineralização consiste de dois processos: amonificação, que é transformação dos compostos orgânicos nitrogenados até a forma de (NH₄⁺), Wadt *et al.* [5] sendo este processo relativamente lento e não requerendo a presença de microorganismos específicos Martines [2], e a nitrificação, que é a transformação do NH₄⁺ em nitratos, passando previamente pela forma de nitrito Wadt *et al.* [5], processo considerado de vital importância para produtividade primária, ciclagem de nutrientes, tratamento de resíduos e qualidade das águas. Os microorganismos que atuam nessa etapa podem ser quimiolitotróficos (cujo substrato é o CO₂) ou quimiorganotróficos (cujo substrato é a matéria orgânica). Os primeiros são os principais responsáveis pela nitrificação em solos, sendo os únicos diretamente ligados a nitrificação em ambientes naturais. São bactérias da família *Nitrobacteriaceae*, que oxidam o amônio (NH₄⁺) a nitrato (NO₃⁻), via nitrito (NO₂⁻). Martines [2].

Nos solos tratados com resíduos orgânicos, a mineralização do nitrogênio, é altamente dependente da composição do resíduo, sobretudo quanto a relação C/N do resíduo, e das características química e física do solo que receberá o resíduo. No lodo de curtume a relação C/N normalmente é muito baixa, da ordem de 7/1 Ferreira *et al.* apud Martines, [2], ou até menor do que 5/1 Barajas-Aceves & Tabatabai apud Martines [2]. Deste modo espera-se que haja uma rápida mineralização do nitrogênio orgânico do lodo logo nos primeiros dias após a aplicação no solo. Assim, por meio da nitrificação, o NH₄⁺ existente no lodo, bem como o que derivou da amonificação, é normalmente oxidado a NO₂⁻ e rapidamente a NO₃⁻. A amônia (NH₃), derivada da mineralização, torna-se susceptível à volatilização em condições alcalinas e o NO₃⁻ no solo pode ser desnitrificado em condições anaeróbias (2 NO₃⁻ → 2 NO₂⁻ → 2 NO → N₂O → N₂). Conseqüentemente, em condições aeróbias, a rápida

¹ Estudante engenharia agrônoma, Bolsista PIBIC Embrapa Acre Rod. BR-364, km 14. Caixa Postal 321. 69908-970 Rio Branco-AC. E-mail: lucelia@dris.com.br

² Eng. Agrônomo, D.Sc. Pesquisador, Embrapa Acre. Rod. BR-364, km 14. Caixa Postal 321. 69908-970 Rio Branco, AC. E-mail: paulo@cpafac.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, D.Sc. Pesquisador, Embrapa Solos. Rua: Jardim Botânico, 1024., 22460-000. Rio de Janeiro, RJ E-mail: daniel@cnpq.embrapa.br

mineralização do N-orgânico contido nos resíduos pode acarretar em acúmulo de nitrato no solo. Martines [2].

Quando não ocorrem restrições como metais pesados, compostos orgânicos tóxicos, presença de patógenos, salinização ou acidificação do solo, as quantidades de lodo a serem aplicadas devem visar à nutrição nitrogenada das culturas e atender dois objetivos: satisfazer as necessidades de N nas plantas, e evitar a geração de nitrato em quantidades excessivas que venham a lixiviar no perfil do solo, colocando em risco a qualidade das águas subsuperficiais Boeira et al. [6].

Entretanto, a presença de outros elementos associados ao lodo, com o sódio, pode causar problemas de salinização do solo se a dose de lodo for ajustada para fornecer as quantidades de nitrogênio requeridas pelas plantas. Boeira et al. [6].

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de dois tipos de lodo como fonte de nitrogênio para plantas de milho na fase inicial de crescimento e rendimento de matéria seca.

Palavras-Chave: Lodo de curtume, fertilização e Nitrogênio.

Material e métodos

O ensaio foi realizado na área experimental da Embrapa Acre, em Rio Branco, Acre, em condições de casa de vegetação, em vasos escuros de 7 dm³ contendo 10,0 kg da camada superficial (0 a 20 cm) de um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico.

As amostras de solo apresentaram pH (H₂O igual a 4,8; teores de P, K⁺, Na⁺ (Mehlich-1) respectivamente de 6,8mg dm⁻³, 0,1 e 0,02 cmol_c dm⁻³; teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ (trocáveis em KCl 1 mol L⁻¹) de 1,0, 0,7 e 0,5 cmol_c.dm⁻³ respectivamente, acidez potencial em solução tampão de acetato de cálcio de 3,6 cmol_c.dm⁻³, soma de base de 1,6 cmol_c.dm⁻³ e capacidade de troca de cátions de 5,4 cmol_c.dm⁻³, saturação de bases de 32% e teor de carbono orgânico (oxidável por dicromato de potássio), de 1,0 dag kg⁻¹.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram:

0N = testemunha sem N;

100N = testemunha com N

300C = lodo de caleiro 310 kg ha⁻¹ de N;

600C = lodo de caleiro 620 kg ha⁻¹ de N;

1200C = lodo de caleiro 1240 kg ha⁻¹ de N;

300D = lodo de decantador primário 340 kg ha⁻¹ de N;

600D = lodo de decantador primário 670 kg ha⁻¹ de N;

1200D = lodo de decantador primário 1350 kg ha⁻¹ de N;

O lodo foi aplicado superficialmente em cada vaso, simulando a aplicação de campo, sendo que o material foi coletado de tanques de decantação da Exportadora Bom Retiro Ltda (Curtume Bom Retiro). Todos os tratamentos receberam 100 e 80 kg ha⁻¹ de

P₂O₅ (fonte: superfosfato simples) e K₂O (fonte: cloreto de potássio), respectivamente, os quais foram misturados a 300 gramas de solo e adicionados na superfície de cada vaso.

Em todos os vasos, aplicou-se água destilada para igualar a quantidade de líquidos aplicados em cada vaso à mesma umidade inicial (equivalente a 1200 ml para o tratamento com maiores doses de lodo de curtume). Aos 5 e 7 dias após a instalação, foram aplicados mais 1.500 e 1.000 mL de água destilada, suficiente para a saturação total e percolação do excedente. Aos 14 dias após a aplicação, o solo na camada superficial, ainda úmido, foi homogeneizado, até a profundidade de aproximadamente 5 cm.

Na mesma data, foi realizado um teste de germinação do milho, em papel toalha, com 110 sementes, sem repetição onde a taxa de germinação foi de 89,9%, avaliada esta cinco dias de início do teste.

Passados 15 dias da aplicação do lodo, foram semeados 12 sementes de milho da Agrocerec, híbrido AG 1051 por vaso, sendo que foi mantida a umidade da capacidade de campo. Três dias após o plantio (3 DAP) foram adicionados mais 300 mL de água destilada por vaso, realizando-se nesta data a primeira contagem do número de plantas germinadas por vaso. Após 2, 4, 6, 8 e 10 dias da germinação foi aplicado 500mL de água destilada por vaso, seguindo-se a contagem do número de plantas emergidas.

No dia seguinte ao plantio, foi aplicado no tratamento N100, o equivalente a 25 kg N ha⁻¹, no plantio mais 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura no estágio de desenvolvimento 1,0 do milho; dissolvido em água destilada, tendo como fonte o sulfato de amônio e nos demais vasos, foi adicionado apenas 200 mL de água destilada.

As plantas começaram a morrer a partir do 7º dia da emergência. Após 16 dias da germinação foi aplicado 300mL de água destilada neste mesmo dia foi realizado o desbaste deixando duas plantas por vaso, e analisou-se o estágio de desenvolvimento da plantas onde a maioria teve grau 1 (um) de desenvolvimento e caracterizaram-se as plantas em grave moderado e leve.

As duas plantas de milho de cada vaso, provenientes do desbaste, foram divididas em folha e colmo, foram secas em estufa (55 a 65°C), pesadas e em seguida moídas em moinho tipo Willey.

As taxas de crescimento das plantas de milho foram avaliadas por meio de teste de Tukey a 5% ou teste t, também a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os tratamentos com a aplicação da maior quantidade de lodo de curtume (caleiro e decantador) apresentaram menor rendimento de matéria seca em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

Os maiores rendimentos de matéria seca da parte aérea das plantas de milho foram obtidos nos tratamentos com aplicação de 300 kg N orgânico - lodo de curtume (Tabela 1), ou seja, com as menores doses de lodo.

O crescimento das plantas com a aplicação de 300 kg de N orgânico foi semelhante ao tratamento com aplicação

de 100 kg de N mineral (100N) e ambos foram estatisticamente superiores à testemunha, sem aplicação de N.

Não foi observado também nenhum efeito na partição de matéria seca entre colmos e folhas (Tabela 1).

Nos tratamentos com aplicação de 600 e 1200 kg de N orgânico, e em especial naqueles com o decantador primário, a produção de matéria seca foi reduzida, provavelmente devido a efeitos fitotóxicos do lodo, causados por toxicidade do cromo e ou por efeito salino. Em trabalhos realizados por Aquino Neto & Camargo [7], o cromo contido em resíduos não apresentam comportamento fitotóxicos para a alfaca, mais ouve alto impacto sobre o desenvolvimento das plantas causado pela salinidade do solo. De acordo com Wickliff et al., apud Aquino Neto & Camargo [7]. O decréscimo na produção de matéria seca de erva carneira (*Festuca arundinacia* L.) no tratamento que recebeu uma aplicação de 1300kg ha⁻¹ de cromo. Entretanto segundo eles, a elevada concentração de sais no solo causada por esta aplicação não permitiu que este decréscimo fosse atribuído à concentração do metal no solo. Este efeito fitotóxicos foi causado principalmente após o 7º dia da emergência das plantas (Figura 1) Segundo Sykes et al e stomberg et al. apud Aquino Neto & Camargo [7] verificaram que ouve um retardamento na germinação e no desenvolvimento inicial do milho cultivado em solos que receberam doses elevadas de lodo de curtume (56 Mg ha⁻¹).

A fitotóxicidade foi maior nos tratamentos com lodo do decantador primário (Tabela 2), embora, tenha ocorrido em todos os tratamentos com aplicação de doses de N iguais ou superior a 600 kg N ha⁻¹.

Estes resultados indicam que a aplicação de N-orgânico em doses de até 300 kg N ha⁻¹ pode ser utilizado para o fornecimento de nitrogênio para o milho, sendo que a equivalência entre a dose de N orgânico e de N mineral deve ser de 3/1. Maiores doses de N orgânico não devem ser utilizadas, visto o risco de causar injurias as plantas.

AGRADECIMENTOS

Ao programa PIBIC/CNPq, pela bolsa de estudos e a oportunidade de iniciação científica, a Embrapa Acre, a Exportadora Bom Retiro Ltda. Pedro Raimundo de Araújo, e José Gutenberg Melo e pelo apoio nos trabalhos realizados.

Referências

- [1] TEIXEIRA, K. R.G.; FILHO, L. A. R. G.; CARVALHO, E. M. S.; ARAÚJO, A. S. SANTOS, V. B. *Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi*, ciência agrotecnologia. Lavras, v. 30, n.6, 1071-1076, 2006.
- [2] MARTINES, A. M., *Impacto do lodo de curtume nos atributos biológicos e químicos do solo*. Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2005, 74p. Tese de mestrado.
- [3] FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. *Alterações de atributos químicos e biológicos de solos e rendimento de milho e soja pela utilização de*

resíduos de curtume e carbonífero, Revista Brasileira de ciência do solo, vol. 27, p. 755-763, 2003.

- [4] SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. 2006. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 215-252.
- [5] WADT, P. G. S. *Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre*. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635 p.
- [6] BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. *Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto*, Pesq. Agropec. Brás., Brasília, v. 37, n. 11, p1639-1647, 2002.
- [7] AQUINO NETO, V. & CAMARGO, O. A. *Crescimento e Acúmulo de Crômio em dois Latossolos tratados com CrCl₃ e Resíduos de Curtume*. P. 225-235, 2000

Tabela 1. Efeito da adição de nitrogênio mineral e orgânico (lodo de caleiro e lodo de decantador primário) sobre a produção de matéria seca em folhas (MS Folhas) e colmo (MS Colmo), matéria seca total e partição de plantas de milho, em vasos.

Tratamento	Nº Plantas ¹	Partição		MS Colmo	MS Folhas	MS Total				
		Adimensional	g vaso ⁻¹							
Testemunha	2,00	a	0,61	a	2,11	de	3,27	cd	5,39	cd
N mineral	2,00	a	0,62	a	5,81	abc	9,24	ab	15,05	ab
Caleiro -300 kg N	1,80	a	0,61	a	6,62	ab	10,20	a	16,82	a
Caleiro - 600 kg N	1,80	a	0,64	a	4,83	bcd	7,90	ab	12,73	ab
Caleiro - 1200 kg N	1,60	a	0,61	a	0,80	e	1,72	d	2,53	cd
Decantador -300 kg N	2,00	a	0,58	a	8,00	a	10,90	a	18,90	a
Decantador - 600 kg N	2,00	a	0,66	a	2,91	cd	5,90	bc	8,81	bc
Decantador -1200 kg N	0,00	b	0,00	b	0,00	e	0,00	d	0,00	d

¹. Número médio de plantas por vaso, após desbaste final para 2 plantas vaso⁻¹.

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Nível de injúrias em plantas de milho com doses crescentes de nitrogênio (doses de N, em kg ha⁻¹) em duas fontes de lodo (Caleiro e Decantador).

Doses de N	Nível de Injúrias			
	Caleiro		Decantador	
300	0,0	aB	0,0	aC
600	0,6	aB	1,4	aB
1200	2,2	aB	3,6	aA
Todas	0,9	a	1,7	a

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

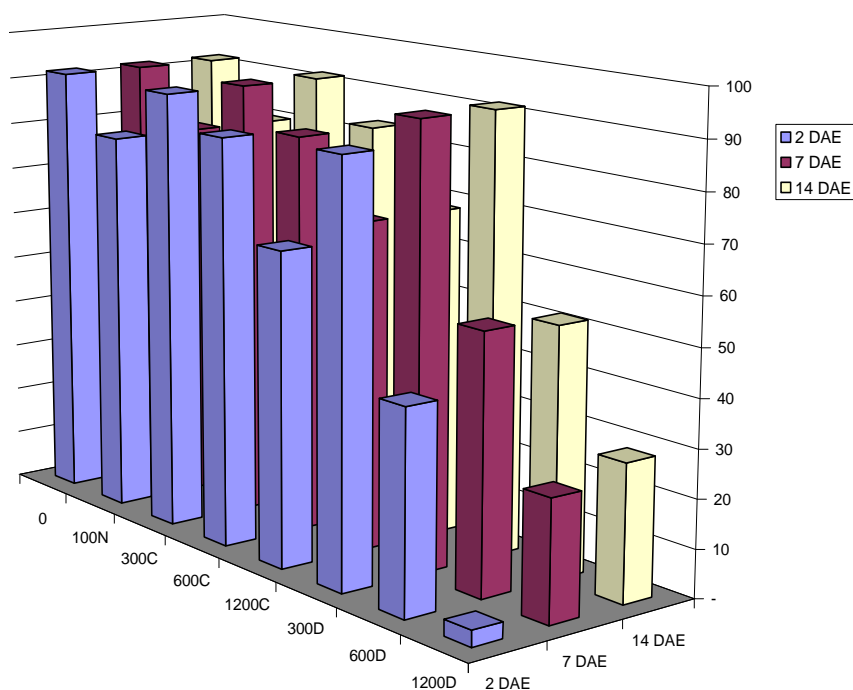


Figura 1. Porcentagem de plantas germinadas aos 2, 7 e 14 dias após a emergência (DAE) em função do tratamento.