



Alteração na fertilidade do solo, teor de nutrientes e no estabelecimento inicial de milho cultivado em áreas tratada com lodo de curtume.

P.G.S. WADT⁽¹⁾, D.V.PÉREZ⁽²⁾ & M. de S. NÓBREGA⁽³⁾; A.L.F. da SILVA⁽⁴⁾

RESUMO – A utilização de resíduos industriais locais é uma alternativa viável para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia, onde o custo dos insumos agrícolas convencionais é elevado e assim, torna mais econômico o desmatamento para a incorporação de novas áreas em relação à recuperação de áreas já desmatadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto das técnicas atuais de disposição de resíduos de curtume em áreas degradadas na região de entorno de Rio Branco, Acre. Para avaliar o impacto, foi selecionada uma área sem histórico de uso do lodo de curtume, onde foi instalado um ensaio de campo, em blocos casualizados com três repetições, com seis tratamentos (testemunha, lodo, calagem, lodo + 40 kg N mineral ha⁻¹, lodo + 80 kg N mineral ha⁻¹, lodo + 120 kg N mineral ha⁻¹), em uma área degradada com 19 anos de uso agrícola (pastagem + cultivos anuais), cultivando-se milho como planta indicadora. A quantidade de lodo aplicada foi de 40 m³ ha⁻¹, com teor de umidade de 93%, correspondendo à dose usual. As avaliações consistiram em análises de fertilidade do solo, estágio de desenvolvimento, stand da cultura e teor de macro e micronutrientes nas plantas de milho aos 20 dias após a germinação. Os resultados mostraram que nas doses usuais, não há alteração significativa sobre a fertilidade do solo ou na concentração de nutrientes nas plantas de milho, havendo em relação à testemunha apenas uma melhoria em relação ao stand das plantas. Não foram observadas injúrias devido a estresse por sais ou toxidez por cromo nas plantas de milho. Os resultados indicam que nas doses usuais, não há alterações significativas nas propriedades químicas do solo, havendo pouco risco ambiental para a disposição do lodo nos solos. Novos estudos são necessários para determinar o efeito de reaplicações ou de dosagens mais elevadas.

Introdução

A despeito das inúmeras controvérsias sobre a disposição no solo de resíduos contendo cromo, este se constitui no melhor e mais seguro meio para a disposição de poluentes, em relação à hidrosfera ou a atmosfera. Os solos são capazes de melhor oxidar (o estado oxidável é geralmente a forma química menos tóxica) e precipitar os poluentes, e assim removê-los da cadeia alimentar de modo mais seguro que o ar ou a água BOHN et al [1].

Ainda, em alguns casos a utilização de resíduos no solo pode ser recomendada pelo valor corretivo e fertilizante que estes apresentem, bem como pela capacidade da macro e microbiota do solo de decompor os materiais orgânicos FERREIRA [2].

Na região do entorno da cidade de Rio Branco se concentra a maior densidade de áreas degradadas do Estado do Acre. Normalmente, estas áreas estão ocupadas por pastagens com idade superior a 15 anos e que não receberam adição de corretivos ou fertilizantes para a manutenção da sua fertilidade. Nestas áreas, a degradação não comprometeu ainda a capacidade de produção biológica do sistema DIAS-FILHO [3]. Desta forma, as medidas corretivas necessárias estão associadas à melhoria da fertilidade do solo. Ou seja, os processos de recuperação possíveis estão relacionados à utilização de corretivos e fertilizantes minerais, introdução de leguminosas forrageiras, utilização de resíduos locais com potencial fertilizante e, ou, corretivo, entre outros.

A utilização de resíduos locais é amplamente vantajosa, seja do ponto de vista econômico ou ambiental. Normalmente, estes resíduos locais possuem custo inferior ao dos fertilizantes minerais e, se possível sua disposição no solo, são vantajosos do ponto de vista ambiental, por transformarem um passivo ambiental em um insumo agrícola.

A aplicação destes resíduos, entretanto é feita sem qualquer acompanhamento técnico, gerando dúvidas em relação às quantidades aplicadas e as alterações causadas no solo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar, no nível tecnológico atual, o impacto da aplicação de lodo de curtume gerado localmente em áreas de pastagens degradadas que estão sendo utilizadas para fins agrícolas.

Palavras-Chave: áreas degradadas, lodo de curtume milho.

Material e métodos

Local

O local de estudo foi uma área de plantio comercial, em Latossolo Vermelho Amarelo argilúvico, utilizado por 17 anos com pastagem de *Brachiaria* sp., seguido por dois anos com cultivo de milho, localizada no município de Rio Branco, Acre. O clima local é quente e úmido.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, com seis tratamentos e três repetições, com cada parcela medindo 11x 50m, totalizando uma área experimental de 9.900 m². Os tratamentos foram: (a) testemunha; (b) lodo de curtume (c) 1.000 kg ha⁻¹ de calcário comercial 70% PRNT + 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura; (d) lodo de curtume + 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura; (e) lodo de curtume + 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura; (f) lodo de curtume + 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Condução do experimento

O experimento foi instalado na safra de 2004/2005. A adubação de plantio (NPK) constituiu-se da aplicação em plantio do equivalente a 250 kg ha⁻¹ da fórmula 4-28-12. A adubação em cobertura (N em cobertura) foi aplicado no estágio de desenvolvimento 1,5 do milho (6 a 7 folhas completamente expandidas) e se utilizou como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio com 21% de N-amoniaco. O lodo de curtume e o calcário foram aplicados 60 dias antes do plantio, e após uma semana da aplicação, passou a grade leve para a incorporação do produto a uma profundidade de 10 cm. Foi aplicado em cada parcela o equivalente a 40 m³ de lodo de curtume ha⁻¹, equivalendo a 2.800 kg de matéria seca ha⁻¹ e a uma carga de 126 kg ha⁻¹ de N orgânico.

Em cada parcela, ao final do período experimental, foram tomadas amostras de solo compostas, constituídas de cinco amostras simples, retiradas aleatoriamente por meio de trado do tipo holandês, na profundidade de 0 a 20 cm. Os solos foram analisados para pH em água, cálcio, magnésio e alumínio trocáveis em KCl 1M, P e K disponível em Melich-1 e acidez potencial em acetato de cálcio pH 7 EMBRAPA [4].

Dois dias após a aplicação dos N em cobertura, foi avaliado o stand (número de plantas ha⁻¹) e quatro dias após a adubação de N em cobertura, foram retiradas amostras da parte aérea (toda a planta) para a determinação do e o teor de macro (N, P, K, Ca e Mg), micronutrientes (Fe, Zn, Mn) na parte aérea das plantas de milho NOGUEIRA & SOUZA [5].

Os resultados foram avaliados por teste de médias de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Resultados

Todos os tratamentos foram efetivos manter maiores taxas de sobrevivência das plantas, refletido por maior população aos 20 dias após a germinação, em relação à testemunha, em pelo menos 10%, à exceção do tratamento Lodo + 80N, cuja população foi estatisticamente igual ao da testemunha (Tabela 1). Isto significa que a aplicação de lodo ou de calcário, com pelo menos 60 dias de antecedência a data de plantio, favoreceu o estabelecimento das plantas.

Entretanto, nenhum dos tratamentos afetou as propriedades de fertilidade do solo (Tabela 2), mesmo considerando que a quantidade de calcário aplicada foi suficiente para neutralizar o alumínio trocável (0,4 cmol₍₊₎kg⁻¹); as alterações ocorridas no pH, no aumento

dos teores de cálcio e magnésio trocáveis e na saturação de bases não foram em magnitude suficiente para refletir diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey (Tabela 2).

É importante ressaltar, contudo, que os tratamentos com calcário ou com lodo sem a adição de N em cobertura, resultou em aumento de 5% no valor da saturação de bases e em 0,6 cmol₍₊₎ kg⁻¹ de cálcio trocável.

A ausência de alteração no teor de alumínio trocável e do pH pode ser explicado, em parte pelo forte tamponamento apresentado pela acidez não trocável, que se manteve em todos os tratamentos entre 5,9 e 6,0 cmol₍₊₎ kg⁻¹, além do fato de que por se tratar de parcelas relativamente grandes (50 x 11 m), houve uma maior heterogeneidade do solo.

O teor dos macronutrientes e do sódio nas plantas de milho, aos 20 dias após a germinação, não foram afetadas por nenhum dos tratamentos, a exceção do enxofre que foi maior, em relação à testemunha, para os tratamentos lodo + 80 N e lodo + 120N (Tabela 3).

Com relação aos micronutrientes, a aplicação de lodo ou calcário reduziu os teores de manganês do solo, não afetando aos demais elementos (Tabela 4).

Discussão

A ausência de resultado estatisticamente significativo é esperado em ensaios de pequena precisão (poucas repetições, coeficiente de variação elevado e escassos graus de liberdade para o resíduo), o que explica, em parte a ausência de efeitos significativos em alguns dos tratamentos, enquanto alguns dos resultados foram importantes do ponto de vista da melhoria do sistema.

A falta de significância estatística pode ser irrelevante quando o uso de novas técnicas não implica em aumento de despesa GOMES [6], como é o caso, da utilização dos resíduos da indústria curtidora fornecidos gratuitamente ao produtor.

A disposição de resíduos da indústria curtidora em áreas degradadas, além de ser uma fonte mais acessível em relação a alguns nutrientes (nitrogênio, potássio, cálcio) ou corretivos (calcário), pode representar uma alternativa para evitar danos ambientais relativos à disposição destes resíduos em outros meios, como rios ou atmosfera (por meio de processos de combustão).

Entretanto, mesmo sua disposição no solo apresenta riscos, associados à presença de cromo nestes resíduos, ou a salinização do solo.

A toxidez por cromo ocorre principalmente na germinação das sementes, causando morte das plântulas antes mesmo de seu estabelecimento ou atrasando seu desenvolvimento vegetativo ZAYED & TERRY [7]. Os resultados indicaram, entretanto, que não ocorre este problema nas doses de lodo usuais utilizadas atualmente, já que o desenvolvimento das plântulas foi normal e semelhante aos tratamentos sem aplicação de lodo (testemunha ou calagem).

Além da presença do cromo, é necessário considerar a elevada concentração de sais de sódio e cálcio, o que pode causar salinização do solo AQUINO NETO & CAMARGO [8]. A salinização não impede a germinação das plantas,

como ocorre com a toxidez por cromo, porém, atrasa seu desenvolvimento, tornando-as raquíticas, o que também não foi observado neste trabalho.

As quantidades atualmente utilizadas de lodo de curtume não indicaram promover qualquer um destes problemas. Deve-se considerar que, uma aplicação de 40 m³ de lodo de curtume ha⁻¹, nas condições atuais, representa menos de 1500 kg de matéria seca, portanto, uma aplicação ainda baixa.

A ausência de alterações significativas importantes na fertilidade do solo ou na concentração de nutrientes nas plantas de milho corroboram este entendimento que as doses atualmente aplicadas não representam risco ambiental, pouco afetando as propriedades do solo, com efeitos positivos pelo menos na diminuição do Mn, que embora seja um micronutriente, pode apresentar-se tóxico em solos ácidos.

Agradecimentos

À Exportadora Bom Retiro (Curtume Bom Retiro), Rio Branco, Acre, por fornecer materiais necessários para a pesquisa.

Referências

- [1] BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. 1985. *Soil Chemistry*. New York: John Wiley & Sons. 341p.
- [2] FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. & BISSANI, C.A. 2003. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:755-763.
- [3] DIAS-FILHO, M. B. 2003. *Degradação de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 152p.
- [4] EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de Métodos de Análise de Solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 212p.
- [5] NOGUEIRA, A. R. de A. & SOUZA, G.B. de. 2005. Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.
- [6] GOMES, 2004. A Estatística é como biquíni. Piracicaba: Potafos. Informações Agronomicas, 108. p. 9.
- [7] ZAYED, A. M; TERRY, N. 2003. Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. *Plant and Soil*, 249:139-156.
- [8] AQUINO NETO, V. & CAMARGO, O.A. 2000. Crescimento e acúmulo de cromo em alface cultivada em dois latossolos tratados com CrCl₃ e resíduos de curtume. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:225-236.

Tabela 1. Estádio de desenvolvimento de plantas de milho e população de plantas, aos 20 dias após germinação, em função de tratamentos para recuperação de áreas degradadas.

Tratamentos	Estádio de desenvolvimento	População (plantas ha ⁻¹)
Testemunha	1,5	44583 A
Lodo	1,4	51250 B
Calcário+80N	1,5	50833 B
Lodo+ 40N	1,5	53229 B
Lodo+ 80N	1,5	48541 AB
Lodo+120N	1,4	49375 B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. pH, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação de bases, fósforo disponível e carbono orgânico oxidável, em amostras de solos, de 0 a 20 cm, na época da colheita após aplicação de combinação de lodo de curtume, calcário e nitrogênio em cobertura.

Tratamentos	pH	Ca	Mg	K	Al	H+Al	Soma de bases	CTC	Valor V	P	Carbono
Testemunha	5,4	1,5	0,6	0,3	0,4	6,0	2,4	8,3	28	1,58	1,31
Lodo	5,5	2,2	0,7	0,3	0,4	5,9	3,1	9,1	35	8,62	1,21
Calcário+80N	5,6	2,1	0,8	0,2	0,4	5,6	3,0	8,6	35	1,54	1,04
Lodo+ 40N	5,4	1,9	0,5	0,2	0,4	5,9	2,6	8,5	31	3,88	1,32
Lodo+ 80N	5,6	1,6	0,7	0,2	0,4	5,9	2,5	8,4	30	3,53	1,41
Lodo+120N	5,6	1,6	0,5	0,3	0,4	5,6	2,4	8,1	30	3,96	1,42

Tabela 3. Concentrações, na planta de milho (folha + colmo) aos 20 dias após a germinação, dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e do elemento sódio após aplicação de combinação de lodo de curtume, calcário e nitrogênio em cobertura.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Na
Testemunha	3,50	3,90	3,83	4,14	1,27	2,74	0,40
Lodo	4,07	3,19	3,59	4,98	1,27	3,03	0,39
Calcário+80N	4,17	3,32	3,76	4,59	1,76	3,45	0,40
Lodo+ 40N	3,94	3,48	3,46	4,63	1,46	3,50	0,40
Lodo+ 80N	4,10	3,59	3,87	4,90	1,34	3,64	0,40
Lodo+120N	4,18	3,67	3,91	4,70	1,44	3,80	0,40

Tabela 4. Concentrações, na planta de milho (folha + colmo) aos 20 dias após a germinação, dos micronutrientes ferro, cobre, zinco e manganês, após aplicação de combinação de lodo de curtume, calcário e nitrogênio em cobertura.

Tratamentos	Fe	Cu	Zn	Mn
Testemunha	421	6	32	186 B
Lodo	375	7	30	117 AB
Calcário+80N	447	6	29	108 A
Lodo+ 40N	405	6	25	101 A
Lodo+ 80N	435	6	28	79 A
Lodo+120N	415	5	35	98 A