



ALTERAÇÕES QUÍMICAS EM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE RESÍDUO ORGÂNICO DE AGROINDÚSTRIA FRIGORÍFICA

Tiago Vinícios Strojaki¹, Vanderlei Rodrigues da Silva², Clovis Orlando Da Ros², Rodrigo Ferreira da Silva², André Somavilla³

1. Graduando em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria/Campus de Frederico Westphalen - Brasil (tiago.strojaki@hotmail.com)
2. Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria/Campus de Frederico Westphalen - Brasil (vanderlei@ufsm.br)
3. Graduando em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria/Campus de Santa Maria

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

O uso de resíduo frigorífico na forma de fertilizante agrícola surge como uma fonte alternativa para a nutrição das plantas. Neste sentido, buscou-se avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de resíduo orgânico de agroindústria frigorífica (ROAF) nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho cultivado com culturas anuais. Realizou-se um experimento de campo com tratamentos compostos por doses de 0; 10; 20; 30 e 40 ton. ha⁻¹ de ROAF e uma dose de adubação mineral conforme a recomendação das culturas cultivadas. Os resultados indicaram aumento no pH do solo de 5,8 para 7,6 com a adição do ROAF. A acidez potencial diminuiu de maneira linear de 3,6 para 1,2 Cmol_c dm⁻³ com a aplicação do ROAF, contribuindo para o aumento do índice SMP de 6,2 para 7,2. A saturação por bases aumentou de 62,7% para 92,7% com o uso de ROAF, enquanto que a adubação mineral promoveu uma saturação por bases de 71,7%. A aplicação de ROAF proporcionou incrementos lineares na capacidade de troca de cátions efetiva e quadráticos na capacidade de troca de cátions potencial. O resíduo orgânico de agroindústria frigorífica apresenta potencial para a correção da acidez do solo, verificada pelo decréscimo da acidez potencial e aumento do pH do solo e índice SMP. O resíduo orgânico de agroindústria frigorífica aumenta a capacidade de troca de cátions, saturação por bases e os teores de cálcio, magnésio, fósforo e zinco do solo.

PALAVRAS-CHAVE: acidez do solo, fertilizante orgânico, nutrição de plantas, resíduo industrial.

CHEMICAL CHANGES IN RED LATOSOL SUBJECTED TO DOSES OF ORGANIC RESIDUE OF MEATPACKING INDUSTRY

ABSTRACT

The use of residue from the meatpacking industry as fertilizer in agriculture is an alternative source for plant nutrition. In this context, the study aimed to evaluate the

effects of different doses of organic residue of meatpacking industry (ORMI) in the chemical properties of an Oxisol cultivated with annual crops. A field experiment, with treatments composed by doses of 0; 10; 20; 30 and 40 T ha⁻¹ of ORMI and one dose of mineral fertilizer according to the recommendation to the cultivated crops, was carried out. The results showed an increment in the soil pH from 5.8 to 7.6 with the use of ORMI. The potential acidity decrease linearly from 3.6 to 1.2 Cmol_c dm⁻³ with the application of ORMI, contributing to increase the SMP index from 6.2 to 7.2. The base saturation increased from 62.7% to 92.7% with the use of ORMI, while the mineral fertilizer promoted a base saturation of 71.7%. The organic residue of meatpacking industry presents potential to correct soil acidity, verified by the decrement of the potential acidity and increasement of soil pH and SMP index. The organic residue of meatpacking industry increases the soil cation exchange capacity, base saturation and the levels of calcium, magnesium, phosphorus and zinc of the soil.

KEYWORDS: Industrial residue, organic fertilization, soil acidity, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

A produção de suínos no Rio Grande do Sul, com cerca de 5,68 milhões de animais (IBGE, 2011) culmina no abastecimento de agroindústrias frigoríficas, que geram no processo de industrialização resíduos orgânicos (GASI, 1993). Segundo COSTA et al. (2009) o desenvolvimento tecnológico e o incentivo à agroindustrialização tem feito com que atividades correlatas ao setor agrícola, como a agroindústria, tenha gerado e lançado no ambiente toneladas de resíduos efluentes. Com esta situação, os autores inferem que a reciclagem e o uso agrônômico racional dos resíduos são opções para a solução do problema.

De acordo com SILVA NETO et al. (2010) a elevação nos custos com fertilizantes minerais e a necessidade de aumentar os ganhos na produção fizeram com que os resíduos orgânicos produzidos pelas agroindústrias passassem a serem utilizados na fertilização do solo. Todavia, devido à diversidade dos materiais que compõem estes resíduos, se faz necessário o desenvolvimento de estudos que comprovem melhorias na fertilidade do solo e aumentos na produção de plantas.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar o efeito da aplicação de um resíduo orgânico, proveniente dos efluentes de uma agroindústria frigorífica, nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo no período de 2009 a 2011 na área experimental do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen. O clima dessa região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, tipo Cfa. O solo do local é classificado no Soil Taxonomy como Rhodic Hapludox (SOIL SURVEY STAFF, 2010) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (SANTOS et al., 2013).

O solo é manejado no sistema plantio direto desde 2000, apresentando antes da implantação do experimento as seguintes características na camada superficial (0-0,10 m): 650 g kg⁻¹ de argila; 140 g kg⁻¹ de silte; 210 g kg⁻¹ de areia; pH em água de 5,1; índice SMP de 6,2; 7,6 mg dm⁻³ de P; 280 mg dm⁻³ de K; 0,2 Cmol_c dm⁻³ de Al; 5,5 Cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,6 Cmol_c dm⁻³ de Mg; 11,1 mg dm⁻³ de S; 5,8 mg dm⁻³ de Cu; 1,8 mg dm⁻³ de Zn; 3,5 Cmol_c dm⁻³ de H + Al; 8 Cmol_c dm⁻³ de CTC efetiva; 11,5

$\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de CTC potencial; 2% de saturação por Al; 69% de saturação por bases e 2,2% de matéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, com seis tratamentos e três repetições em parcelas de 16 m^2 . Os tratamentos foram constituídos por doses de 0; 10; 20; 30 e 40 ton. ha^{-1} , com base em massa seca, de resíduo orgânico de agroindústria frigorífica (ROAF) e um tratamento com adubação mineral com nitrogênio, fósforo e potássio (CQFS-RS/SC, 2004), para as culturas canola, girassol e milho.

O ROAF é constituído pela mistura de óleos e graxas de origem suína, cinzas da queima de madeira, hidróxido de cálcio e serragem proveniente dos efluentes do frigorífico Mabella (Grupo Marfrig Ltda), localizado no município de Frederico Westphalen - RS. Na Tabela 1 estão especificados os teores totais de elementos químicos quantificados por meio da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (WASTOWSKI et al., 2010), com exceção do nitrogênio, quantificado pelo método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

TABELA 1 - Concentração total de elementos químicos presentes no resíduo orgânico de agroindústria frigorífica

Elementos	Concentração (g kg^{-1})
Cálcio	228,56
Fósforo	39,95
Potássio	15,01
Silício	14,66
Ferro	13,14
Nitrogênio	6,63
Magnésio	4,86
Enxofre	3,51
Titânio	1,71
Manganês	1,62
Estrôncio	1,45
Bário	1,15
Zinco	0,16
Rubídio	0,04

No tratamento com adubação mineral, aplicado sob cobertura do solo, foi utilizado para a cultura da canola 65 kg ha^{-1} de N e 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 , para obtenção de uma expectativa de rendimento de grãos de 2 ton. ha^{-1} . No girassol, foi aplicado 60 kg ha^{-1} de N, 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 30 kg ha^{-1} de K_2O , para uma expectativa de rendimento de grãos de 2 ton. ha^{-1} . Na cultura do milho foi aplicado 90 kg ha^{-1} de N, 45 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 30 kg ha^{-1} de K_2O , para expectativa de rendimento de grãos de 4 ton. ha^{-1} . Na Tabela 2 estão especificados os teores totais de nutrientes aplicados com a adubação mineral e o ROAF nos três cultivos.

TABELA 2 - Aporte total de nutrientes aplicados com o uso de resíduo orgânico de agroindústria frigorífica e de adubação mineral nos cultivos de canola, girassol e milho

Dose	N	P	K	Ca	Mg	Zn	S
ton. ha ⁻¹	kg ha ⁻¹						
Resíduo orgânico de agroindústria frigorífica							
0	0	0	0	0	0	0	0
10	199	1.199	450	6.857	146	5	105
20	398	2.397	901	13.713	292	10	211
30	597	3.596	1.351	20.570	437	14	316
40	796	4.794	1.801	27.427	583	19	421
Adubação mineral							
	215	46	87	nd	nd	nd	Nd

nd: não determinado

Após a colheita do milho (safra 2010/2011), foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,10 m para avaliação dos seguintes atributos químicos: pH em água, capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva) e potencial (CTC potencial), acidez potencial (H + Al), saturação por bases, índice SMP e os teores de magnésio, cálcio, potássio, fósforo, zinco, enxofre, cobre e matéria orgânica, utilizando a metodologia de TEDESCO et al. (1995). Os resultados obtidos com as doses de ROAF foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo apresentou aumento linear ($p < 0,05$) com a elevação nas doses do ROAF, com valores variando de 5,8 na testemunha sem adubação para 7,6 na dose de 40 ton. ha⁻¹ (Figura 1a). Essa variação indica um potencial alcalinizante deste resíduo e pode ser atribuída principalmente à ação neutralizante do hidróxido de cálcio adicionado no processo de produção do ROAF. Além disso, o efeito neutralizante pode ter ocorrido pelas reações de humificação do material orgânico em decomposição, como observado por SILVA et al. (2002) em estudo com substrato vermicomposto de lodo de esgoto.

A acidez potencial diminuiu de maneira linear de 3,6 para 1,2 Cmol_c dm⁻³ com a aplicação do ROAF (Figura 1b). Isto ocorreu em virtude da neutralização de H⁺ e Al³⁺ pelos compostos alcalinos do resíduo, reduzindo a necessidade de calagem, pois o índice SMP aumentou de 6,2 para 7,2 (Figura 1e). Observa-se que para atingir o pH em água de 6,5 foram necessários aplicar 16 m³ ha⁻¹ para cada cultivo. Isto mostra que o resíduo apresentou um poder neutralizante de acidez do solo, podendo ser usado como substituto parcial ou total de calcário. No caso do estudo, considerando o índice SMP de 6,2 do tratamento sem adição de resíduo, seriam necessários 1,85 ton. ha⁻¹ de calcário com PRNT de 100% para elevar o pH em água à 6,5 na camada de 0-0,10m (CQFS-RS/SC, 2004).

A adubação mineral apresentou um pH em água de 5,9 e uma acidez potencial de $3,7 \text{ Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, resultados próximos aos obtidos no tratamento com a ausência de adubação (5,8 e $3,6 \text{ Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente). CIOTTA et al. (2002) observaram que a utilização de fertilizantes de reação ácida em sistema plantio direto pode proporcionar acidificação do solo. Todavia, a aplicação da adubação mineral não promoveu acidificação neste estudo, visto que o índice SMP foi o mesmo da testemunha sem adubação, cerca de 6,2. Segundo CIOTTA et al. (2002), diferenças nos valores de pH entre sistemas de manejo do solo podem estar relacionadas ao poder tampão da acidez dos solos, a lixiviação de bases decorrente da precipitação pluviométrica e, por fim, com a quantidade aplicada de fertilizantes com reação ácida sobre o solo.

A aplicação de ROAF proporcionou incrementos lineares na CTC efetiva ($R^2 = 0,93$; $p < 0,05$) (Figura 1c) e incrementos quadráticos na CTC potencial ($R^2 = 0,99$; $p < 0,05$) (Figura 1d). Aumentos na CTC de solos com a aplicação de compostos orgânicos são amplamente observados na literatura (ALVES et al., 1999; CARDOSO et al., 2011; ROSCOE et al., 2006; STROJAKI et al., 2013). Este aumento é relacionado à geração de cargas variáveis negativas dos coloides do solo pela elevação do pH e pelos ganhos de C orgânico (OLIVEIRA et al., 2002).

A adubação mineral apresentou uma CTC efetiva de $9,7 \text{ Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e uma CTC potencial de $13,0 \text{ Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, provavelmente sendo ocupada por cátions potencialmente tóxicos, como o H^+ e o Al^{3+} , pelo maior valor de acidez potencial observado entre os tratamentos ($3,7 \text{ Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Segundo RONQUIM (2010), quando grande parte da CTC é ocupada por estes cátions, o solo passa a apresentar características indesejáveis para a produção agrícola.

A saturação por bases (Figura 1f) apresentou comportamento inversamente proporcional à acidez potencial, corroborando com os resultados de ALVES et al. (1999). O aumento da saturação por bases foi de 62,7% no tratamento sem resíduo à 92,7% na dose de 40 ton. ha^{-1} de ROAF ($p < 0,05$), enquanto que a adubação mineral propiciou uma saturação por bases de 71,7%. Incrementos na saturação por bases também foram observados por CORRÊA et al. (2007) com a aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário em um Latossolo Vermelho. O aumento da saturação por bases com o uso do ROAF provavelmente ocorreu pela neutralização e substituição de íons H ligados covalentemente aos coloides do solo por bases trocáveis nas respectivas cargas elétricas geradas pelo aumento do pH. DIM et al. (2010), em estudo com doses de resíduos sólidos de frigorífico ressaltam que o aumento da saturação por bases é maior na camada superficial do solo.

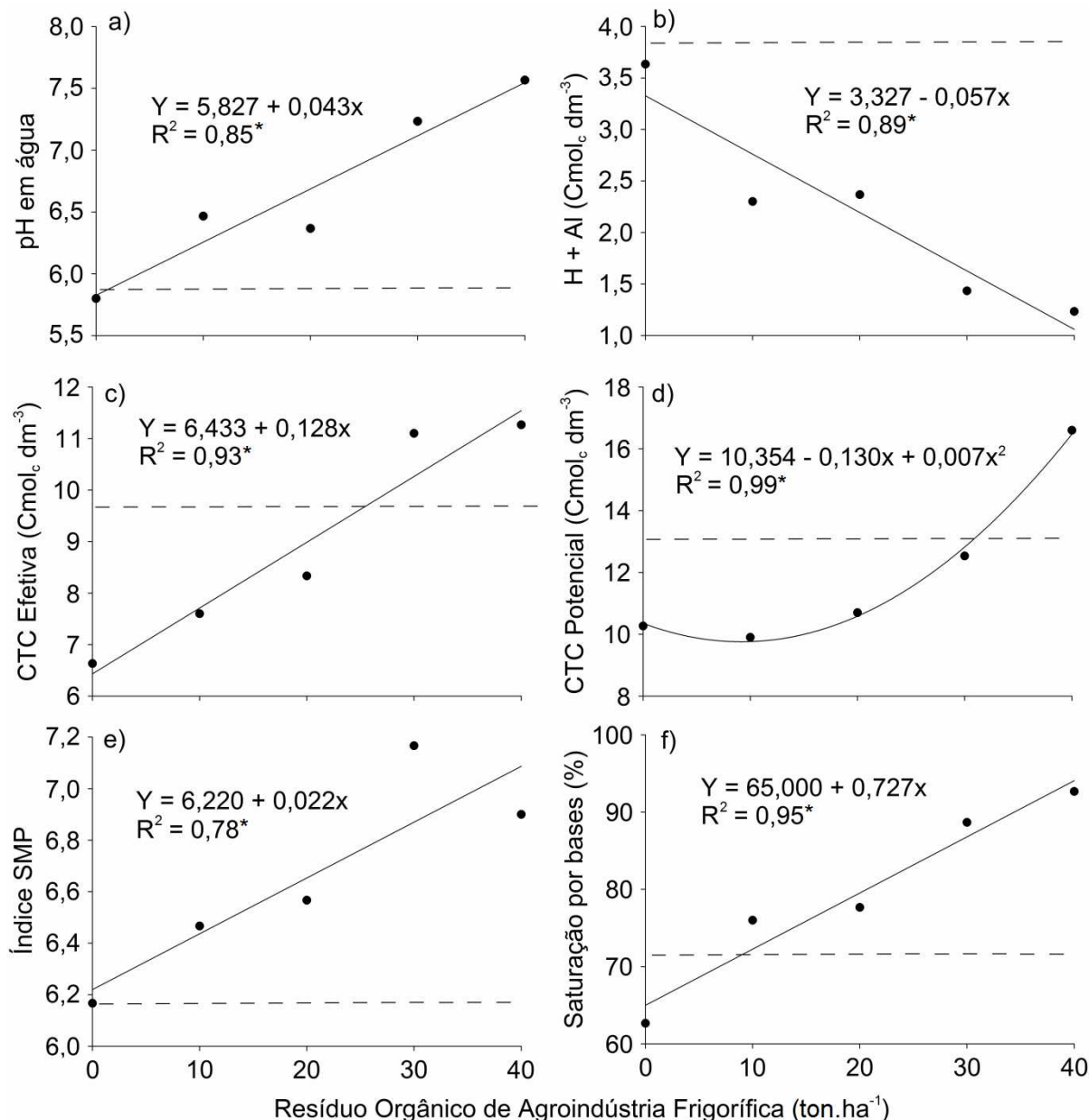


FIGURA 1 - Equações de regressão para as variáveis pH em água (a), acidez potencial (b), CTC efetiva (c), CTC potencial (d), índice SMP (e) e saturação por bases (f) em função das doses do resíduo orgânico de agroindústria frigorífica (linhas contínuas) e adubação mineral (linhas descontínuas). *significativo a 5% de probabilidade

Observa-se na Figura 2a e 2b que a aplicação de ROAF aumentou os teores de cálcio e magnésio no solo, contribuindo para a elevação da saturação por bases. Os teores de cálcio e magnésio com aplicação do ROAF foram superiores à adubação mineral a partir da dose de $30 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$. De acordo com ROSCOE et al. (2006), resíduos frigoríficos contém quantidades expressivas de macronutrientes como o cálcio e o magnésio e além de trazer benefícios como a diminuição da acidez potencial e o aumento da CTC, é fonte de nutrientes para as plantas. Segundo RONQUIM (2010), quando grande parte da CTC é ocupada por bases trocáveis como o cálcio, magnésio e o potássio o solo passa a apresentar características químicas desejáveis para a nutrição das plantas.

A adubação mineral promoveu um teor de fósforo no solo de $3,5 \text{ mg dm}^{-3}$, pouco acima da testemunha sem adubação com cerca de 3 mg dm^{-3} . Provavelmente isto ocorreu pela adsorção do nutriente aos colóides do solo, principalmente por ter sido aplicado em cobertura. Já as doses de ROAF proporcionaram aumentos nos teores de fósforo no solo, com valores de $49,2 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de 40 ton. ha^{-1} de resíduo. O valor de fósforo na dose máxima de resíduo aplicado correspondeu a 8,2 vezes o teor crítico no solo (CQFS-RS/SC, 2004), que pode ser explicado pelas doses de fósforo aplicadas via ROAF (Tabela 2), pela redução dos sítios de adsorção específicos devido ao aumento do pH e pela saturação dos sítios de maior avidéz por fosfatos ocasionado por ânions presentes ou provenientes da decomposição do resíduo. Incrementos lineares nos teores de fósforo em função da aplicação de resíduos frigoríficos também foram observados por DIM et al. (2010) no solo e por SILVA NETO et al. (2010) na parte aérea de capim-marandu. Assim, o ROAF pode tornar-se uma fonte importante de fósforo para a nutrição das plantas.

O potássio (Figura 2d) apresentou uma resposta cúbica frente ao aumento nas doses de ROAF, onde a dose de 40 ton. ha^{-1} repercutiu num teor de 204 mg dm^{-3} , valor considerado muito alto pela CQFS-RS/SC (2004). Todavia, a testemunha sem adubação, com 108 mg dm^{-3} , a adubação mineral, com 80 mg dm^{-3} e as demais doses de ROAF ($10, 20$ e 30 ton. ha^{-1} , respectivamente $110, 96$ e 64 mg dm^{-3}) apresentaram teores considerados altos pela CQFS-RS/SC (2004).

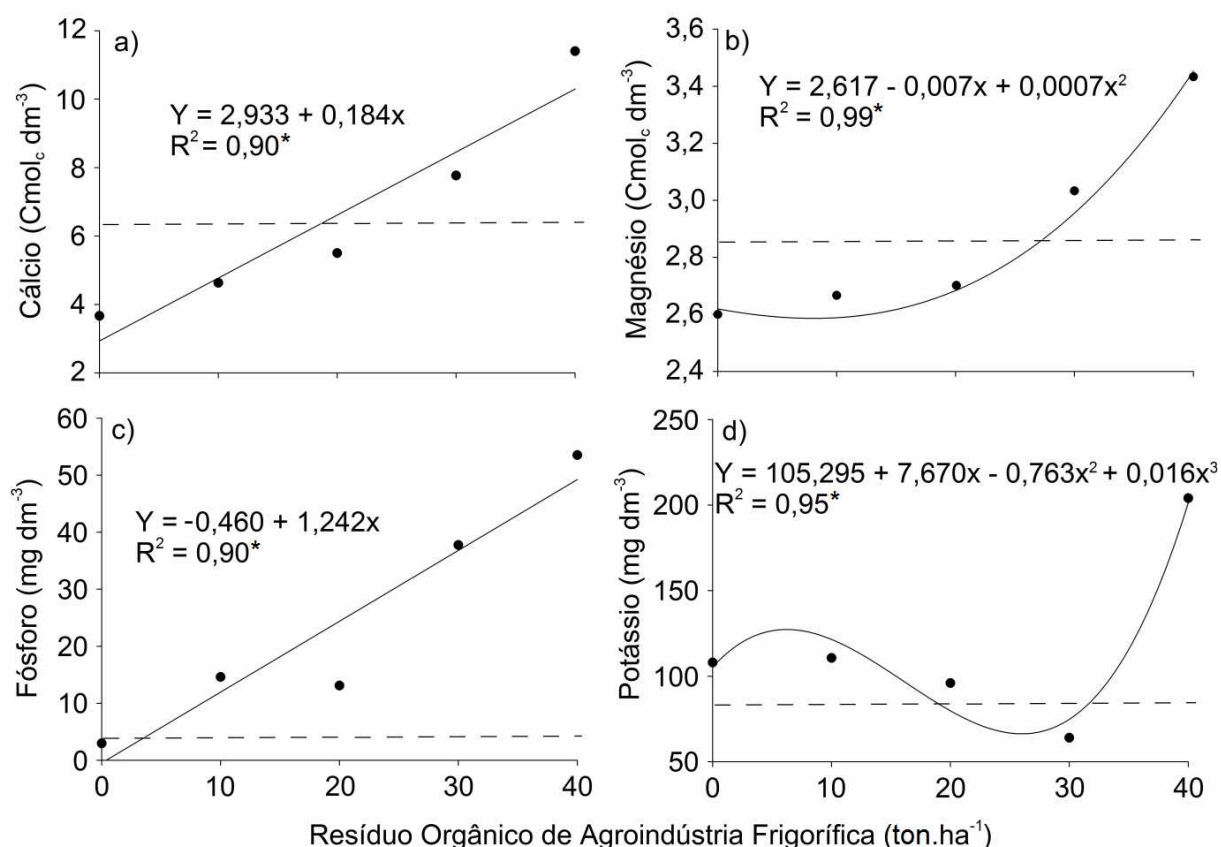


FIGURA 2 - Efeito do resíduo orgânico de agroindústria frigorífica (linhas contínuas) e da adubação mineral (linhas descontinúas) nos teores de cálcio (a), magnésio (b), fósforo (c) e potássio (d) do solo. * significativo a 5% de probabilidade

Os micronutrientes cobre e zinco apresentaram comportamentos diferentes no solo (Figura 3a e 3b). O zinco teve um aumento linear em função das doses de ROAF ($R^2 = 0,88$; $p < 0,05$), com incremento de $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose máxima do resíduo. Aumentos nos teores de zinco também foram observados por SILVA et al. (2001) em estudo com aplicação de lodo de esgoto em Argissolo Vermelho-Amarelo. A adubação mineral repercutiu num teor de zinco de $3,3 \text{ mg dm}^{-3}$, resultado próximo ao obtido com a dose de 20 ton. ha^{-1} de ROAF ($3,2 \text{ mg dm}^{-3}$). Já o teor de cobre proporcionado pela adubação mineral foi o mais alto entre os tratamentos testados, cerca de $13,5 \text{ mg dm}^{-3}$.

O incremento de zinco no solo com as doses de ROAF provavelmente deve estar relacionado às quantidades presentes no resíduo. No caso do cobre, não houve aporte via resíduos e a diminuição da disponibilidade no solo com a elevação nas doses de ROAF deve estar relacionada com o aumento pH do solo e as exportações pelas culturas (canola, girassol e milho). Mesmo com a diminuição da disponibilidade de cobre no solo o seu teor permaneceu, independente da dose de ROAF, em níveis considerados altos pela CQFS-RS/SC (2004). Em solos onde já foi realizada a correção da acidez do solo deve-se adequar a dose de ROAF para que o aumento do pH não comprometa a absorção de cobre pelas plantas, principalmente em condições de média e baixa disponibilidade.

O enxofre disponível no solo não apresentou resposta frente às doses de ROAF (Figura 3c). Isto evidencia que a maior parte do enxofre presente no resíduo está na forma orgânica e a sua disponibilidade depende da taxa de mineralização. O enxofre aplicado via resíduos constitui uma reserva no solo e apesar do pequeno acréscimo de enxofre disponível, os tratamentos com ROAF apresentaram teores superiores aos da adubação mineral, que repercutiu em um teor inferior ao da testemunha sem adubação (respectivamente $8,1$ e $9,4 \text{ mg dm}^{-3}$).

Não ocorreu resposta da matéria orgânica em função das doses de ROAF (Figura 3d). Estes resultados corroboram com os obtidos por ROSCOE et al. (2006) em estudo com resíduos orgânicos de frigorífico. SILVA et al. (2012) utilizando três resíduos orgânicos de origem animal observaram que estes não alteraram o teor de matéria orgânica do solo na camada de $0-0,20 \text{ m}$. Nas condições deste experimento, a amostragem utilizada foi de $0-0,10 \text{ m}$, não evidenciando acúmulo de matéria orgânica até esta profundidade.

De acordo com PIRES et al. (2008), acréscimos significativos de matéria orgânica no solo com a adição de compostos orgânicos ocorrem principalmente até a profundidade de $0,05 \text{ m}$. Todavia, os teores de matéria orgânica no solo com a aplicação das diferentes doses de ROAF foram superiores ao teor obtido com a adubação mineral. Isto indica que o acréscimo de carbono orgânico via ROAF pode contribuir para manter os níveis de matéria orgânica no solo e contribuir para a elevação da CTC, sobretudo em Latossolos com baixos teores de matéria orgânica e predomínio de argilominerais 1:1.

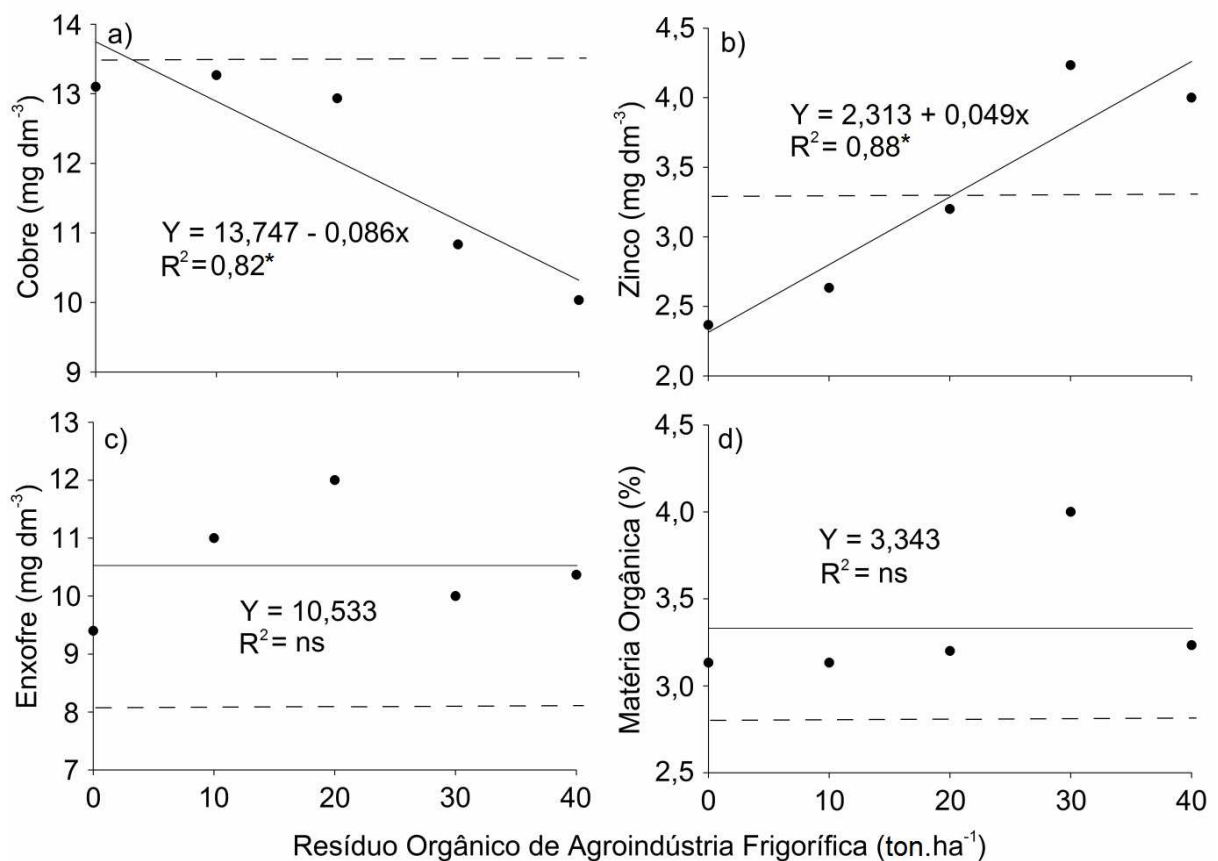


FIGURA 3 - Cobre (a), zinco (b), enxofre (c) e matéria orgânica (d) influenciados por doses de resíduo orgânico de agroindústria frigorífica (linhas contínuas) e adubação mineral (linhas descontínuas). *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

O resíduo orgânico de agroindústria frigorífica apresenta potencial para a correção da acidez do solo, verificada pelo decréscimo da acidez potencial e aumento do pH do solo e índice SMP. Além disso, propicia o aumento da capacidade de troca de cátions, saturação por bases e os teores de cálcio, magnésio, fósforo e zinco do solo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de intercâmbio acadêmico concedida ao primeiro autor (Proc. N° 88888.019270/2013-00) e ao Frigorífico Mabella Carnes (Grupo Marfrig Ltda.) pela disponibilização do resíduo orgânico utilizado neste estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 729-736, 1999.

CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIERA JÚNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 594-599, 2011.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS-RS/SC). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: CQFS-RS/SC, 2004. 401 p.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; MARCELINO, R.; MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 42, n. 9, p. 1307-1317, 2007.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 100-107, 2009.

DIM, V. P.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 303-316, 2010.

GASI, T. M. T. **Caracterização, reaproveitamento e tratamento de resíduos de frigoríficos, abatedouros e graxarias**. São Paulo: CETESB, 1993. 86 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da pecuária municipal**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=21. 2011. Acesso em 10 de fevereiro de 2014.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU JUNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: EMBRAPA, 2010. 30 p. (Boletim Técnico 8).

ROSCOE, R.; NUNES, W. A. G. A.; SAGRILO, E.; OTSUBO, A. A. **Aproveitamento agrícola de resíduos de frigorífico como fertilizante orgânico sólido**. Dourados: EMBRAPA, 2006. 32 p. (Boletim Técnico 35)

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q. Reciclagem de nutrientes com aplicação de resíduos orgânicos em pastagem degradada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 405-414, 2012.

SILVA, C. D.; COSTA, L. M.; MATOS, A. T.; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 487-491, 2002.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNARDES, E. M. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 36, n. 5, p. 831-840, 2001.

SILVA NETO, S. P.; SILVA, J. E. C.; SANTOS, A. C.; CASTRO, J. G. D.; DIM, V. P.; ARAÚJO, A. S. Características agrônômicas e nutricionais do capim-Marandu em função da aplicação de resíduo líquido de frigorífico. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 9-17, 2010.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 11. ed. Washington DC: USDA/NRCS, 2010. 346 p.

STROJAKI, T. V.; SILVA, V. R.; SOMAVILLA, A.; DA ROS, C. O.; MORAES, M. T. Atributos químicos do solo e produtividade de girassol e milho em função da aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 278-285, 2013.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico 5)

WASTOWSKI, A. D.; ROSA, G. M.; CHERUBIN, M. R.; RIGON, J. P. G. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF). **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 7, p. 1449-1452, 2010.