



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO TRATADO COM RESÍDUO TÊXTIL

Genelicio Souza Carvalho Júnior<sup>1</sup>, Vandeilson Lemos Araújo<sup>2</sup>, Dalva Maria Almeida Silva<sup>3</sup>,

Valdinei Sofiatti<sup>4</sup>, Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão<sup>4</sup>; Hans Raj Gheyi<sup>5</sup>

---

### RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de doses de resíduos da indústria têxtil sobre os atributos químicos de um Latossolo Vermelho argiloso. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação em Campina Grande, PB. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela adição de onze doses de resíduo têxtil (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 t ha<sup>-1</sup>) ao solo. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho argiloso coletado na camada de 0-20 cm de profundidade. O resíduo foi proveniente de uma caldeira pertencente a fábrica de tecidos Santa Margarida, localizada em Guaxupé – MG. As unidades experimentais foram compostas por potes de plástico com capacidade para 250 cm<sup>3</sup>, utilizando-se de 0,2 dm<sup>3</sup> de solo por unidade experimental. O solo foi incubado a 60% da capacidade de campo. Após a incubação por 60 dias foi determinado o pH em CaCl<sub>2</sub>, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC e (V%). Os resultados indicaram que o resíduo têxtil aumenta o pH, elevando os teores de Ca, Mg, K, P, SB, CTC e V% do solo e diminuindo os de (H+Al).

**Palavras-chave:** nutrientes; indústria têxtil; reciclagem.

### CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A RED LATOSOL AMENDED WITH TEXTILE INDUSTRY RESIDUE

#### ABSTRACT

This study aimed to assess the effect of amending doses of a residue of textile industry on chemical characteristics of a clay Red Latosol. An experiment was run in a greenhouse at Campina Grande, PB, Brazil, in a Completely Randomized Design with four replications. The treatments were the soil amended with 11 doses of the textile industry residue (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 and 50 t ha<sup>-1</sup>). The soil used for the study was extracted from the 0-20 cm layer. The textile residue was obtained from a boiler belonging to the weaving Santa Margarida, at Guaxupé, MG. Experimental units were 250 cm<sup>3</sup> pots filled with 200 cm<sup>3</sup> of the substrate. The soil was incubated under 60% of field capacity moisture. After incubation period, data was taken on pH, CaCl<sub>2</sub>, P, K, Ca, Mg, H+Al, Sum of Bases, CEC, and saturation of bases. The textile residue raised the pH, and the contents of Ca, Mg, K, P, sum of bases, CEC, and saturation of bases, and it decreased the value of H+Al.

**Key words:** nutrients; textile industry; recycling.

---

Trabalho recebido em 09/09/2010 e aceito para publicação em 28/02/2011.

---

<sup>1</sup>Mestrando em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB/Embrapa Algodão). Campina Grande, PB. e-mail: geneliciojunior@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, (UFPB), Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB. e-mail: vandeilsonlemons@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestranda em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba, (UFPB/Embrapa Algodão), Campina Grande, PB. e-mail: dalvaalmeida@hotmail.com

<sup>4</sup>Pesquisador da Embrapa Algodão. Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, Caixa Postal 174, CEP 58.107-720, Campina Grande - PB, Fone: (83) 3182-4300. e-mail: vsofiatti@cnpa.embrapa.br; napoleao@cnpa.embrapa.br

<sup>5</sup>Professor visitante Nacional Senior, UFBA. Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Cruz das Almas, BA. CEP: 44380-000. e-mail: hans@pq.cnpq.br

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de resíduos orgânicos e inorgânicos tais como esterco bovino (Caetano & Carvalho, 2006; Artur *et al.*, 2007; Pimentel *et al.*, 2009), lodo de esgoto (Guerrine & Trigueiro, 2004), resíduos de curtume (Souza *et al.*, 2006) e carboníferos (Ferreira *et al.*, 2003), cinza de madeira (Lima *et al.*, 2009) e de compostos orgânicos tais como resíduos orgânicos oriundos da indústria processadora de goiabas (Mantovani *et al.*, 2005; Corrêa *et al.*, 2005) composto de lixo urbano (Alves *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2002 a e b; Sampaio *et al.*, 2008), composto de lodo têxtil (Prado & Natale, 2005; Araújo *et al.*, 2005), dentre outros, têm aumentado consideravelmente tanto pela redução do volume desses resíduos depositados no ambiente, quanto pelo fornecimento de nutrientes e melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e de substratos. Entretanto, existem restrições quanto ao uso destes materiais, relacionados à presença de patógenos, compostos orgânicos fitotóxicos, sais solúveis, metais pesados, odores e contaminação dos mananciais (Souza *et al.*, 2006; Pelissari *et al.*, 2009).

A avaliação de compostos de origem industrial e artesanal para uso agrícola têm se baseado no conteúdo de elementos químicos, principalmente metais

pesados, que podem estar presentes em concentrações elevadas (Silva *et al.*, 2003). Isso sugere que há necessidades imediatas de estudos para avaliar o grau de toxicidade de cada composto ou resíduo industrial, antes que sejam aplicados ao solo como condicionador físico ou como fonte de nutrientes para o cultivo de plantas.

O lodo têxtil é um resíduo rico em  $\text{NO}_3^-$ , P, Ca, Cu, Mo e Zn (Araújo *et al.*, 2005) e consideráveis quantidades de corantes como metais pesados e agentes patogênicos (Rosa, 2004). No entanto, é necessário estudar as alterações nas propriedades do solo e a possível contaminação do ambiente por metais pesados.

No município de Guaxupé está situado um dos grandes pólos têxteis do Estado de Minas Gerais. As indústrias têxteis geram grandes quantidades de efluentes líquidos, os quais devem ser tratados. A forma de tratamento de efluentes mais utilizada é a microbiológica, de onde resulta o lodo, um subproduto semi-sólido (Rosa, 2004). O lodo industrial gerado na estação de tratamento é analisado e classificado quanto a sua natureza e posteriormente enviado para destinação final (Rosa, 2004). Os destinos finais mais utilizados são: aterros sanitário-industriais, incineração, estabilização e, mais recentemente, disposição em terras

cultiváveis.

A aplicação de lodo têxtil no solo provoca algumas alterações tanto nas propriedades químicas do solo como nos órgãos dos vegetais de algumas plantas cultivadas (Rosa, 2004; Borges *et al.*, 2008). De acordo com Ali *et al.* (2004), as raízes são mais sensíveis do que a parte aérea à presença de metais pesados. Normalmente a toxicidade dos metais pesados inicia-se na raiz, que é o principal órgão da planta tanto na absorção quanto no acúmulo desses elementos (Marques *et al.*, 2002; Guimarães *et al.*, 2008). A inibição do crescimento do sistema radicular e da parte aérea da planta é um dos principais bioindicadores para estudos de fitotoxicidade de compostos orgânicos (Kabata-Pendias & Pendias, 2000; Shaw *et al.*, 2004; Nogueira *et al.*, 2007), bem como uma forte diminuição da relação raiz/parte aérea (Oncel *et al.*, 2000), redução da clorofila e inibição do ciclo de Krebs (Powell *et al.*, 1996; Shaw *et al.*, 2004; Guimarães *et al.*, 2008) modificação na estrutura da enzima Rubisco (Kurdziel *et al.*, 2004), aumento da atividade da enzima peroxidase nas folhas e nas raízes (Losch, 2004; Araújo *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2008) e redução na

atividade de algumas enzimas do sistema antioxidativo (Romero-Puertas *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de resíduo têxtil na melhoria das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições controladas de casa de vegetação, na Embrapa Algodão, no período de setembro a outubro de 2005, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a: dez doses de resíduo têxtil (5; 10; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 t ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha (sem resíduo). Foram utilizadas amostras de Latossolo Vermelho proveniente do Município de Areia, argiloso coletado na camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 1). O resíduo foi uma cinza proveniente da caldeira da fábrica de tecidos Santa Margarida, proveniente da cidade de Guaxupé – MG, sendo as suas características químicas descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição química do solo e do composto utilizados na formulação do substrato.

|                | pH<br>(1:2,5) | Ca <sup>2+</sup>                               | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | SB | H+Al | Al <sup>3+</sup> | CTC | V  | P                              | M.O                |                    |
|----------------|---------------|--|------------------|-----------------|----------------|----|------|------------------|-----|----|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Solo</b>    | 4,5           | ----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                 |                |    |      |                  |     |    | %                              | mgdm <sup>-3</sup> | g kg <sup>-1</sup> |
|                |               | 7  | 5                | 0               | 0,8            | 13 | 38   | 0                | 51  | 25 | 11                             | 19                 |                    |
|                | pH<br>(1:2,5) | Ca <sup>2+</sup>                               | Mg <sup>2+</sup> | P               | K <sup>+</sup> | S  | M.O  | Zn               | Fe  | Cu | B                              | Mn                 |                    |
| <b>Resíduo</b> | 13,1          | -----g kg <sup>-1</sup> -----                  |                  |                 |                |    |      |                  |     |    | -----mg kg <sup>-1</sup> ----- |                    |                    |
|                |               | 164  | 34               | 15              | 178            | 3  | 12,5 | 159              | 127 | 77 | 116                            | 1636               |                    |

M.O = matéria orgânica, SB = Soma dos cátions alcalinos, CTC = Capacidade de troca catiônica, V = Saturação por bases

Como recipiente de incubação, foram utilizados potes de plástico com capacidade para 250 dm<sup>3</sup> utilizando-se de 0,2 dm<sup>3</sup> de solo por repetição. Tanto o solo como o resíduo têxtil foram passados em peneira de 2 mm. A quantidade de solo por recipiente foi determinada pela relação massa/volume do solo. Calculou-se a quantidade de resíduo têxtil a aplicar por unidade experimental, nas doses equivalentes aos tratamentos do estudo. As amostras de solo foram misturadas ao resíduo têxtil em sacos plásticos garantindo a homogeneidade dos tratamentos.

O volume de água adicionado a cada tratamento foi determinado com base na capacidade de campo - CC (60%), utilizando-se água deionizada. A cada dois dias as amostras de solo foram pesadas e adicionado água deionizada com o objetivo de manter as amostras sempre com grau de

umidade na proximidade de 60% da capacidade de campo.

Decorridos 60 dias após a incubação as amostras de solo contendo os tratamentos (doses de resíduo têxtil) foram espalhadas em bandejas para secar. Após a secagem as amostras foram passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha e homogeneizadas.

Para comparação de atributos químicos de cada tratamento, foram realizadas as seguintes determinações laboratoriais conforme metodologia descrita por Raij *et al.* (1987): pH em CaCl<sub>2</sub>, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC e V%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, estimaram-se os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada da ordenada em relação à abscissa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de resíduo têxtil ao solo promoveu melhorias em suas propriedades químicas. Na Tabela 2 são apresentados os resultados das variáveis estudadas em função da dose de resíduo têxtil aplicada ao solo bem como o F calculado, coeficiente de variação e os resultados da análise de regressão. De

acordo com a Tabela 2, verifica-se que houve efeito significativo das doses de resíduo têxtil aplicadas sobre as seguintes características químicas do solo: pH do solo, acidez potencial (H+Al), CTC efetiva, soma de bases, saturação por bases além do efeito nos teores de cálcio, potássio, magnésio e fósforo.

**Tabela 2.** Efeitos da aplicação do resíduo de indústria têxtil em algumas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho argiloso incubados por 60 dias. (Dados médios de quatro repetições).

| Dose               | pH                   | P                   | K <sup>+</sup>                    | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | (H+Al) | SB    | CTC    | V      |
|--------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|--------|-------|--------|--------|
| t ha <sup>-1</sup> | (CaCl <sub>2</sub> ) | mg dm <sup>-3</sup> | -----mmolc.dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                  |        |       |        | %      |
| 0                  | 4,8                  | 11                  | 1,2                               | 8                | 6                | 28     | 15    | 43     | 34     |
| 5                  | 6,0                  | 50                  | 10,7                              | 18               | 9                | 17     | 38    | 55     | 69     |
| 10                 | 6,8                  | 88                  | 21,1                              | 27               | 13               | 13     | 62    | 74     | 83     |
| 15                 | 7,4                  | 136                 | 31,0                              | 41               | 17               | 10     | 89    | 99     | 90     |
| 20                 | 7,8                  | 172                 | 41,3                              | 53               | 21               | 8      | 115   | 123    | 93     |
| 25                 | 8,0                  | 180                 | 47,5                              | 57               | 22               | 7      | 126   | 133    | 95     |
| 30                 | 8,1                  | 207                 | 60,1                              | 68               | 26               | 6      | 154   | 160    | 96     |
| 35                 | 8,3                  | 197                 | 73,5                              | 96               | 33               | 6      | 202   | 208    | 97     |
| 40                 | 8,5                  | 219                 | 71,4                              | 80               | 26               | 6      | 178   | 184    | 97     |
| 45                 | 8,7                  | 261                 | 88,3                              | 105              | 30               | 5      | 223   | 228    | 98     |
| 50                 | 8,9                  | 219                 | 89,7                              | 80               | 25               | 5      | 195   | 200    | 98     |
| Teste F            | 2493**               | 40**                | 208**                             | 9**              | 17**             | 112**  | 32**  | 28**   | 537**  |
| R. Lin             | 21583**              | 3528**              | 2062**                            | 82,84**          | 140**            | 7733** | 309** | 258**  | 3127** |
| R. Qua             | 2675**               | 36,98**             | 5,85*                             | 3,13ns           | 21,21**          | 2722** | 7,24* | 3,24ns | 1621** |
| C.V %.             | 0,7                  | 15,7                | 8,7                               | 36,1             | 19,9             | 4,2    | 19,2  | 17,9   | 1,9    |

ns, \*, \*\* - não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

A aplicação do corretivo influenciou todas as propriedades químicas do solo de forma positiva corrigindo

principalmente o pH do solo e a acidez potencial (Figura 1A e 1B). O pH aumentou de forma quadrática observando

que na primeira dose o aumento foi muito acentuado, aumentando 1,2 unidades de pH, ou seja, da dose testemunha para a dose de 5 t ha<sup>-1</sup>, o pH aumentou de 4,8 para 6,0, mostrando assim o alto poder de neutralização da acidez desse resíduo devido ao alto teor de óxido de cálcio (19,63%) e magnésio (8,47%). Todos os tratamentos apresentaram valores de pH (CaCl<sub>2</sub>) dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento de plantas, ou seja, acima de 6,0 (Gonçalves & Poggiani, 1996; Valeri & Corradini, 2000). A aplicação de resíduos orgânicos ou inorgânicos pode elevar o valor de pH, como já constatado por Lima *et al.* (2009), Pires *et al.* (2008), Artur *et al.* (2007) e Yagi *et al.* (2003). Dentre os materiais mais discutidos na literatura, o esterco bovino, o vermicomposto e a cinza de madeira tem contribuído significativamente para a elevação do pH.

O pH do solo é um dos atributos químicos que merece destaque, pois o mesmo altera a disponibilidade de vários nutrientes na solução do solo e no complexo de troca, principalmente os micronutrientes. Os nutrientes que mais são prejudicados pelo aumento excessivo do pH são: ferro, manganês, cobre e zinco, os quais têm suas disponibilidades reduzidas drasticamente em solos alcalinos. Além desses nutrientes o boro apresenta redução significativa na sua

disponibilidade quando o pH em água é maior que 7,0, pois há decréscimo na sua solubilidade. Novaes *et al.* (1989) em um experimento de casa de vegetação com soja, observaram deficiência acentuada de Mn em um solo com pH em água de 6,7. Sendo assim, podemos inferir que a adição de doses acima de 5 t ha<sup>-1</sup> pode provocar redução em disponibilidade de alguns micronutrientes e conseqüentemente as plantas poderão apresentar sintomas de deficiência. Com o incremento do pH do solo, houve redução nos valores de H+Al (Figura 1B).

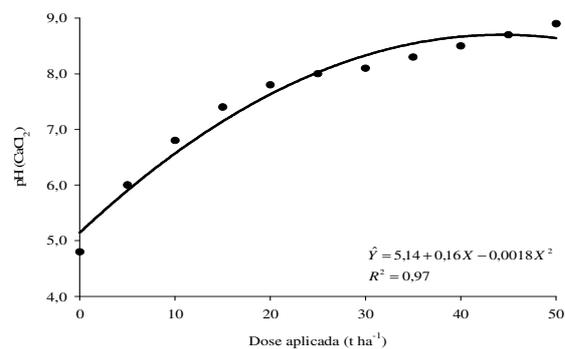
Com o acréscimo nas doses do resíduo têxtil houve aumento linear na CTC efetiva do solo (Figura 1C). Este fato pode ser explicado devido ao tipo de minerais encontrados nos solos tropicais, como é o caso desse estudo, onde há predominância de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, os quais apresentam quase que exclusivamente carga dependente de pH (Sanchez, 1981). Com a elevação do pH há o rompimento de algumas ligações covalentes entre os minerais do solo e os íons hidrogênio.

Além da redução da acidez do solo e do aumento da CTC efetiva, observou-se aumento da soma de bases (Figura 1D) e da saturação por bases com aumento da doses do resíduo têxtil (Figura 2A). Esse aumento pode ser explicado pelo aumento do potássio, cálcio e magnésio no solo com

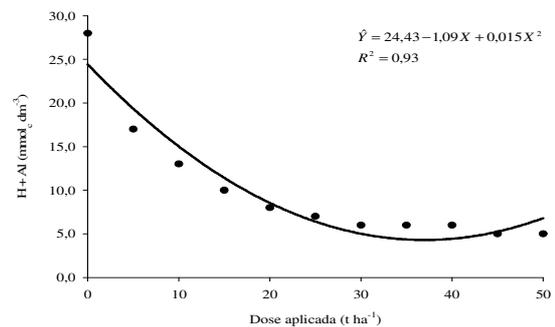
incremento da dose de resíduo têxtil aplicada. Quando se compara o valor da saturação por bases esperada com a aplicação de 5 t ha<sup>-1</sup> e a observada, considerando o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) do resíduo têxtil e a saturação por bases, podemos constatar que o valor observado foi inferior em 69% e 83% do valor calculado.

A soma de bases foi influenciada significativamente pela aplicação do resíduo têxtil (Figura 1D), apresentando aumento quadrático. A soma de bases aumentou de 38,42 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, valor

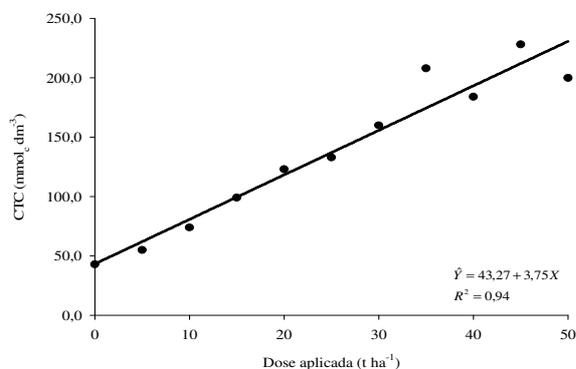
obtido na menor dose aplicada (5 t ha<sup>-1</sup>) para 212,52 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, valor obtido quando se aplicaram 50 t ha<sup>-1</sup> de resíduo têxtil. Por outro lado, o menor valor para este atributo foi constatado no tratamento controle que foi 7,64 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. É importante destacar que a simples aplicação de 5 t ha<sup>-1</sup> de resíduo têxtil elevou a soma de bases em média 80%, isto representa um aumento real de 5,1 vezes. Assim, a aplicação da menor dose de resíduo têxtil foi suficiente para elevar os valores da soma de bases.



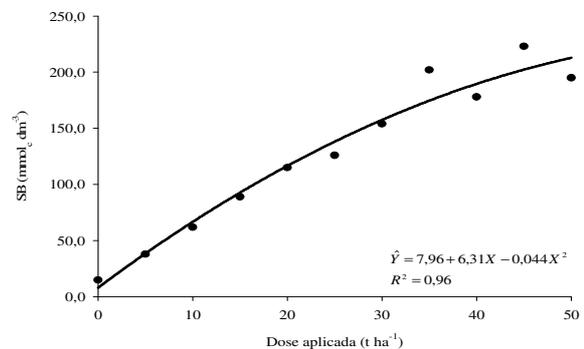
1A



1B



1C

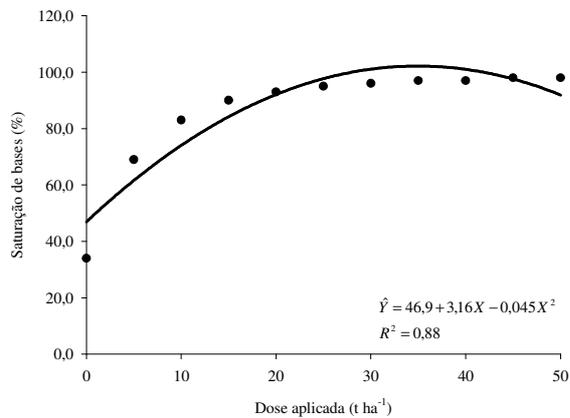


1D

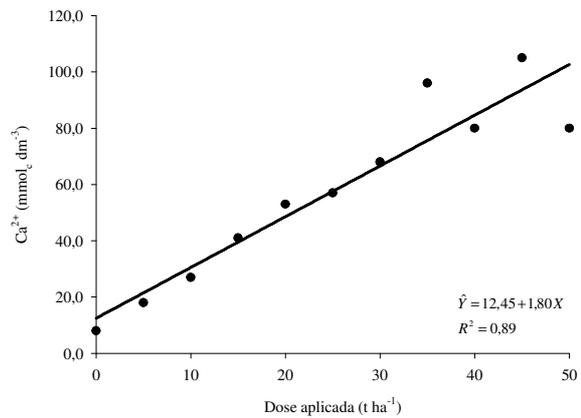
**Figura 1** -Efeitos da aplicação de resíduo têxtil sobre os atributos pH (A), H+Al (B), CTC efetiva (C) e soma de bases (SB) (D), de um Latossolo Vermelho argiloso.

A saturação de bases apresentou resposta quadrática (Figura 2A) à aplicação do resíduo têxtil atingindo ponto de máximo com a dose estimada de 34,6 t ha<sup>-1</sup>. Contrastando-se os valores de saturação de bases obtidos no tratamento controle (0 t ha<sup>-1</sup>) com os obtidos com a aplicação do

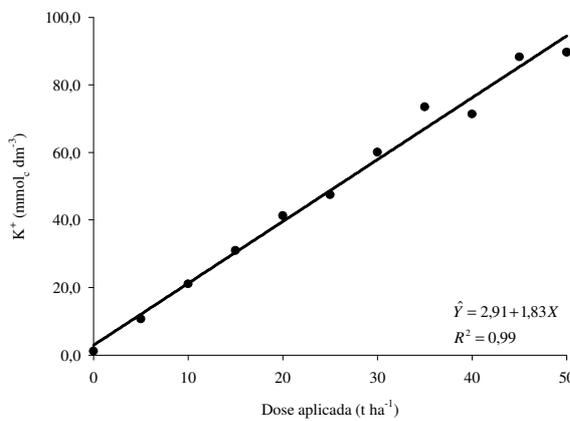
resíduo têxtil na dose intermédia (25 t ha<sup>-1</sup>), observa-se que esta variável foi bastante influenciada pela aplicação do resíduo, aumentando de 46,9 para 97,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, o que representa em termos percentuais 103% a mais.



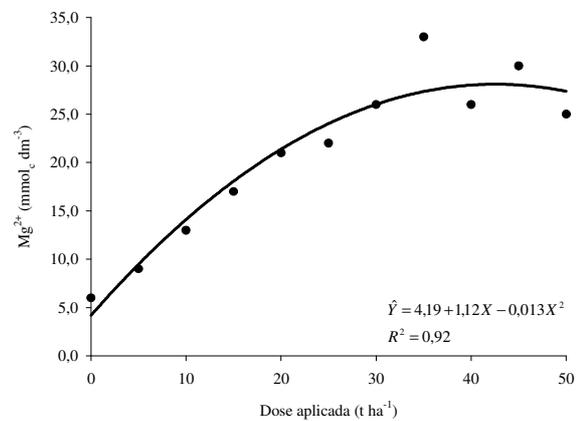
2A



2B



2C



2D

**Figura 2**-Efeitos da aplicação de resíduo têxtil sobre os atributos saturação por base (V%) (A) e teores de cálcio (B), potássio (C) e magnésio (D) de um Latosso Vermelho argiloso.

A aplicação de resíduo têxtil ao solo proporcionou aumento linear nos teores de Ca (Figura 2 B). O Ca atingiu teor máximo de 102,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> com a

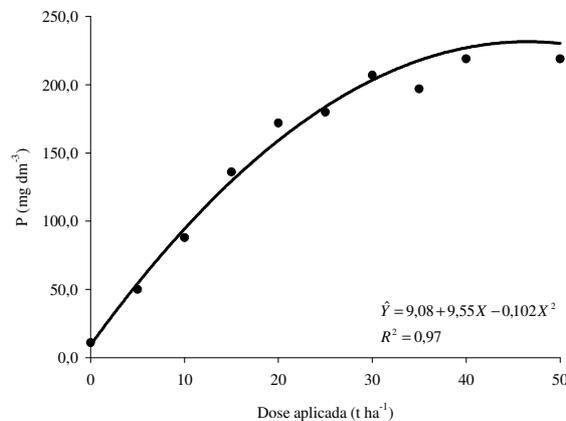
aplicação de 50 t ha<sup>-1</sup> de resíduo aumentando em aproximadamente 721 % o teor de Ca em relação ao tratamento testemunha sem resíduo têxtil. A aplicação

de resíduo têxtil ao solo proporcionou aumento de  $1,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Ca a cada tonelada de resíduo adicionado. A presença deste elemento em quantidades significativas no resíduo é uma das principais explicações para a obtenção deste resultado.

Os teores de potássio e magnésio no solo aumentaram de forma quadrática (Figura 2 C e D) com o incremento das doses de resíduo têxtil adicionadas ao solo. A variação nos teores de K com a aplicação do resíduo têxtil foram de 0,28 a  $91,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , o que demonstra alto potencial do material em fornecer este nutriente para as plantas. O teor de Mg no

solo (Figura 2 D) aumentou até a dose de 43 toneladas por hectare de resíduo têxtil, quando o teor no solo foi de  $27,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Tanto o Ca como o Mg foram aumentados no solo em resposta à aplicação do resíduo têxtil apesar deste teor no material utilizado ser considerado mediano.

O teor de fósforo disponível determinado pelo método da resina (Figura 3) aumentou de forma quadrática com o acréscimo das doses de resíduo. Os teores de P variaram de 8,56 a  $230 \text{ mg dm}^{-3}$ , com ponto de máximo estimado quando se aplicou  $46,5 \text{ t ha}^{-1}$  de resíduo têxtil.



**Figura 3** - Efeito da aplicação de resíduo têxtil sobre o teor de fósforo de um Latossolo Vermelho argiloso.

O aumento do P disponível em relação à ausência de aplicação de resíduo foi de aproximadamente 30 vezes. Existem duas possíveis explicações para a resposta quadrática constatada. A primeira devido

ao maior acréscimo de P com aumento da dose aplicada, sendo na dose máxima ( $50 \text{ t ha}^{-1}$ ) do resíduo aplicou-se o equivalente a  $685 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . O outro fator que pode ter contribuído com o aumento do P

disponível é a elevação do pH do solo, visto que o P também tem seu teor alterado com o valor do pH do solo, ou seja, à medida que se eleva o pH do solo o teor de P disponível aumenta devido à solubilização do P adsorvido no solo (Guarçoni & Mendonça, 2003).

#### 4. CONCLUSÕES

O resíduo têxtil pode ser utilizado como corretivo do solo.

A aplicação de resíduo têxtil aumenta o pH, Ca, Mg, K, P, SB, CTC e V% do solo e diminui (H+Al).

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALI, N. A.; ATER, M.; SUNAHARA, G. I.; ROBIDOUX, P. Y. Phytotoxicity and bioaccumulation of copper and chromium using barley (*Hordeum vulgare* L) in spiked artificial and natural forest soils. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.57, p.363-374, 2004.
- 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**, v.23, p.729-736, 1999.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; CARDOSO, P. C. Composto de lodo têxtil em plântulas de soja e trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.549-554, 2005.
- ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de Guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.843-850, 2007.
- BORGES, F.; SELLIN, N.; MEDEIROS, S. H. W. Caracterização e avaliação de lodos de efluentes sanitário e industrial como biomassa na geração de energia. **Ciência e Engenharia**, v.17, n.1/2, p.27-32, 2008.
- CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1150-1155, 2006.
- CORRÊA, M. C. de M.; FERNANDES, G. C.; PRADO, R. M.; NATALE, W. Propriedades químicas do solo tratado com resíduos orgânicos da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.2, p.241-243, 2005.
- FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. 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**, v.27, p.755-763, 2003.
- GUARÇONI, A. M.; MENDONÇA, E. S. Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico. **Magistra**, v.15, n.2, 2003.
- GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1069-

- 1076, 2004.
- GUIMARÃES, M. A.; SANTANA, T. A. ; SILVA, E. V.; ZENZEN, I. L.; LOUREIRO, M. E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. **Revista Tropical-Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, n.3, p.58-60, 2008.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Resumos ... Águas de Lindóia:USP/ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM**, 1996. 1 CDROM.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3.ed. CRC Press, London, 2000. p.123 – 167.
- KURDZIEL, B. M.; PRASAD, M. N. V.; STRZALKA, K. **Photosynthesis in heavy metal stressed plants**. In: Prasad, M. N. V. (ed). Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems. 2.ed. Springer, printed in India, 2004. p.146-181.
- LIMA, R. L. S. ; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; FERREIRA, G. B.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v.13, n.1, p.9-17, 2009.
- LOSCH, R. **Plant mitochondrial respiration under the influence of heavy metals**. In: Prasad, M. N. V. (ed.). Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems. 2 ed. Springer, printed in India, 2004. p.182-200.
- MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.817-824, 2005.
- MARQUES, M. O.; MELO, W. J.; MARQUES, T. A. **Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura**. In: TSUTIYA, M. T.; CMPARINIA, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (ed). Biossólidos na agricultura. 2. ed. São Paulo: ABES, 2002. Cap.12, p.365-403.
- NOGUEIRA, T. A. R.; MARQUES, M. O.; MUÇOUÇA, F. A.; FONSECA, I. M. Algodoeiro cultivado em solos tratado com calcário, lodo de esgoto e cádmio. **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal** , v.7, n.1, p.74-87, 2007.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. ; BARROS, N. F. ; SEDIYAMA, T. Deficiência de manganês em plantas de soja cultivadas em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 199-204, 1989.
- OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU JÚNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.529-538, 2002 a.
- OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU JÚNIOR, C. H. Movimentação de metais pesados em Latossolo adubado com composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.12, p.1787-1793, 2002 b.
- ONCEL, I.; KELES, Y.; USTUN, A. S. Interactive effects of temperature

- and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. **Environmental Pollution**, v.107, p.315-320, 2000.
- PELISSARI, R. A. Z.; SAMPAIO, S. C.; GOMES, S. D.; CREPALLI, M. S. Lodo têxtil e água residuária de suinocultura na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* CW, Hill ex Maiden). **Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p. 288–300, 2009.
- PIMENTEL, M. S.; DE-POLLI, H.; LANA, A. M. Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.3, p.225-232, 2009.
- PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. DA. 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**, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.
- POWELL, R. L.; KIMERLE, R. A.; MOSER, E. M. Development of plant bioassay to assess toxicity of chemical stressors to emergent macrophytes. **Environmental Toxicology Chemistry**, v.15, p.1570-1576, 1996.
- PRADO, R. M.; NATALE, W. Desenvolvimento inicial e estado nutricional do maracujazeiro em resposta à aplicação de lodo têxtil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.621-626, 2005.
- RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- ROMERO-PUERTAS, M. C.; CORPAS, F. J.; SANDALIO, L. M.; LETERRIER, M.; RODRIGUES-SERRANO, M.; DEL RIO, L. A.; PALMA, J. M. Glutathione reductase from pea leaves: Response to abiotic stress and characterization of the peroxisomal isozyme. **Phytologist**, v.170, p.43-52, 2006.
- ROSA, E. V. C. **Reaproveitamento de lodo têxtil em solo florestal: Estudos dos aspectos físicos-químicos agrônômicos e ecotoxicológicos**. Santa Catarina: UFSC, 2004, 126p. Dissertação de Mestrado.
- SAMPAIO, R. G.; GUIVARA, L.; FERNANDES, L. A.; COSTA, C. A.; GUILHERME, D. O. Produção e concentração de metais pesados em plantas de beterraba adubadas com composto de lixo urbano. **Caatinga**, v.21, n.5, p.83–88, 2008.
- SANCHEZ, P. A. **Suelos del trópico. Características y manejo**. San José. Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1981. 634p.
- SILVA, F. C.; SILVA, C. A.; BERGAMASCO, A. F.; RAMALHO, A. L. Efeito do período de incubação e de doses de composto de lixo urbano na disponibilidade de metais pesados em diferentes solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.403-412, 2003.
- SOUZA, S. M.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, A. P. Efeito da aplicação de lodo de curtume sobre a condutividade elétrica e reação do solo ácido. **Agropecuária Técnica**, v.27, n.2, p.77-84, 2006.

SHAW, B. P.; SAHU, S. K.; MISHRA, R. K. **Heavy metal induced oxidative damage in terrestrial plants**. In: Prasad, M. N. V. (ed.). *Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems*. 2 ed. Springer, printed in India, 2004. p.84-126.

de matéria seca do caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1071-1076, 2006.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. **Fertilização em viveiros para produção de mudas de**

***Eucalyptus e Pinus***. In: Gonçalves, J. L. de M., Benedetti, V. (ed.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-190.

YAGI, R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J.C. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. **Scientia Agricola**, v.60, p.549-557, 2003.