

Efeito do lodo de estação de tratamento de despejos de curtume na fase inicial do crescimento do milho

Cicera Josislane Crispim da Silva¹, Maria Gorethe de Sousa Lima², Clayton Moura de Carvalho³, Waleska Martins Eloi⁴, Marcelo Mendes Pedroza⁵ & Cicero Josivan Crispim da Silva⁶

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a viabilidade do uso do lodo de estações de tratamento de despejos de curtume, como adubo orgânico, na plantação da cultura de milho. O lodo estudado, foi oriundo da estação de tratamento de efluentes do Curtume Santo Agostinho localizado em Juazeiro do Norte-CE. Esse lodo, inicialmente passou por uma caracterização físico-química e após esta caracterização, foi constituído um sistema experimental de quatro tratamentos com quatro repetições sendo o primeiro tratamento a testemunha, o segundo com esterco bovino e os tratamentos terceiro, quarto e quinto, com lodo de curtume com percentuais de inoculo de 20% e 40%, respectivamente. A variedade de milho escolhida para esta pesquisa foi a HIBRIDO BR 205. O experimento foi instalado e monitorado nas dependências do CVT, no município do Crato Nos períodos de quinze e trinta dias após o plantio, foram realizadas medições de altura das plantas para posterior comparação de crescimento entre ambas, sendo, também observado, os sintomas visuais observados nos colmos e nas folhas. De acordo com resultados observados, pode ser concluído que os elevados teores de sais de cromo, presentes no lodo, causaram hipermetrofia gradativa às plantas. Portanto para que este lodo possa ser utilizado na agricultura, sem causar danos ao solo e a planta, faz-se necessário uma redução considerável dos componentes acima citados.

Palavras-chave: Reciclagem agrícola, Adubação Orgânica, *Zea mays*.

ABSTRACT

This work was carried through with the objective to study the viability of the use of the silt of stations of treatment of tannery outstings, as organic seasoning, in the plantation of the maize culture. The studied silt, was deriving of the effluent station of treatment of of the Tannery Saint Augustin located in Juazeiro of the North-CE. This silt, initially passed for a characterization physicist-chemistry and after this characterization, was constituted an experimental system of four treatments with four repetitions being the first treatment the witness, as with esterco the bovine one and the treatments third, room and fifth, with silt of tannery with percentages of I inoculate of 20% and 40%, respectively. The variety of maize chosen for this research was HIBRIDO BR 205. The experiment was installed and monitored in the dependences of the CVT, the city of the Crato In the periods of fifteen and thirty days after the plantation, had been carried through measurements of height of the plants for posterior comparison of growth between both, being, also observed, the observed visual symptoms in the colmos and leves. In accordance with resulted observed, it can be concluded that the raised texts of you leave chromium, gifts in the silt, had caused gradual hipermetrofia to the plants. Therefore so that this silt can be used in agriculture, without causing damages to the ground and the plant, a considerable reduction of the components above cited becomes necessary.

Key words: Agricultural recycling, Organic Fertilization, Zea mays.

1 - INTRODUÇÃO

Há milênios a matéria orgânica é considerada como importante fator de fertilidade dos solos (KIEHL, 1985) e, por esta razão, resíduos orgânicos provenientes das atividades humanas já foram usados como fertilizantes há milhares de anos pelos chineses, japoneses e indianos (OUTWATER, 1994). No entanto, segundo Andreoli et al. (1997), esta prática tornou-se importante a partir de 1840, quando a prevenção de epidemias levou a população a iniciar a adoção de tecnologias de tratamento de esgotos em escalas mais significativas.

Existem várias alternativas tecnicamente aceitáveis para o tratamento do lodo. A mais comum envolve a digestão anaeróbica que pode ser seguida pela destinação final em aterros sanitários exclusivos, seguida de outras alternativas como a disposição de superfície, a disposição oceânica, lagoas de armazenagem, a incineração ou a reciclagem agrícola. Esta última tem se destacando, a nível mundial, do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, por viabilizar a reciclagem de nutrientes, promover melhorias físicas, especialmente na estruturação do solo e por apresentar uma solução definitiva para a disposição do lodo (ANDREOLI et al., 1994).

Uma das alternativas para a destinação adequada do lodo seria o seu uso na agricultura como fertilizante, pois os lodos, em geral, são ricos em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes. A fração orgânica do lodo confere melhor estruturação aos agregados do solo, tornando-o mais resistente à erosão. Do ponto de vista microbiológico, o lodo pode reequilibrar os microorganismos do solo e tornar as plantas mais resistentes aos fitopatógenos, o que pode reduzir o consumo de pesticidas (SILVA, 2004).

O condicionamento do lodo tem as funções básicas de reduzir o potencial patogênico dos agentes presentes no material e aumentar o seu grau de estabilização, com o objetivo de reduzir os problemas potenciais da geração de odor, da atração de vetores e os riscos de recontaminação (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1994).

A alternativa da reciclagem agrícola tem o grande benefício de transformar um resíduo em um importante insumo agrícola que fornece matéria orgânica e nutrientes ao solo, trazendo também vantagens indiretas ao homem e ao meio ambiente. As vantagens são reduzir os efeitos adversos à saúde causados pela incineração, diminuir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar as condições para o balanço do CO₂ pelo incremento da matéria orgânica no solo (OUTWATER, 1994). Sua utilização, no entanto, traz riscos associados relativos ao conteúdo de elementos traço, nitrogênio, agentes patogênicos e problemas de odor e atração de vetores.

O lodo de esgoto aplicado na agricultura é uma fonte de matéria orgânica e nutrientes que beneficiam diversas propriedades físico-químicas e biológicas do solo, com reflexos diretos na produtividade. Em função de seu baixo conteúdo de potássio e, algumas vezes, fósforo em relação às necessidades das culturas, os melhores resultados são alcançados com a associação da aplicação do lodo de esgoto com adubação mineral (ANDREOLI et al, 1997).

Além da importância da matéria orgânica nos solos o uso do lodo afeta importantes propriedades químicas do solo, tais como aumento do pH (FRANKS et al., 1982,

SOPPER & SEAKER, 1990), aumento da capacidade de troca catiônica (SCHNEIDER et al., 1981, MELO et al., 1993) incremento dos conteúdos de nitrogênio e fósforo extraíveis (SCHNEIDER et al., 1981), N, P, e K (ROS et al., 1993), macro e micronutrientes (WEBBER & SHAMES, 1984, OLIVEIRA et al., 1993, SOPPER & SEAKER, 1990). É importante destacar que as formas do nitrogênio adicionadas pelos compostos orgânicos determinam que parte do conteúdo total fique rapidamente disponível, enquanto outras frações de mais difícil disponibilização ficarão armazenadas no solo, reduzindo as perdas por lixiviação (BRADY, 1990).

Deve ser ressaltado, no entanto, que a utilização do lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica e nutrientes tem riscos associados, especialmente relacionados ao conteúdo de metais pesados e a salinidade pois tanto os metais quanto agentes patogênicos como ovos de helmintos, esporos de fungos e colônias de bactérias tendem a precipitar com o esgoto e se concentrar no lodo. Essa preocupação deve ser considerada ao se tratar de lodo oriundo de estações de tratamento de despejos de curtume, tendo em vista que indústrias coureiras utilizam no processo de curtimento, principalmente sais de cromo.

Os principais riscos ambientais relacionados ao uso do lodo de esgoto na agricultura são representados pelo seu conteúdo de elementos traço (metais e micropoluentes orgânicos) e pelos riscos de poluição das águas (superficial e subterrânea) causados pela matéria orgânica e pelo nitrogênio (ANDREOLI et al., 1997).

Portanto, torna-se uma necessidade imperativa a busca de alternativas tecnológicas para a destinação adequada destes resíduos, haja vista, a quantidade expressiva, diariamente produzida, em indústrias de curtume de diversas regiões do país. Diante do exposto, faz-se necessário um estudo minucioso da possibilidade da utilização do referido lodo na agricultura.

A cultura utilizada neste trabalho foi o milho, vegetal pertencente ao gênero *Zea* e à espécie *Zea mays L.*, por ter grande importância socioeconômica para o Estado do Ceará, e por ser praticada, segundo Monteiro et al. (2003), na quase totalidade dos municípios, somando em média, 420 mil hectares de área colhida por ano, na última década.

Este trabalho teve como objetivo contribuir para a redução da poluição do meio ambiente causada pelo lançamento de lodo de estações de tratamento de curtume, através do estudo da viabilidade do uso do lodo do Sistema de Tratamento de Efluentes do Curtume Santo Agostinho como adubo orgânico na plantação da cultura de milho e comparar a produtividade do milho produzido com a utilização de lodo, em diferentes proporções, com a produtividade obtida na testemunha (solo natural);

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da Estação de Tratamento de Esgotos do Curtume

Esta pesquisa foi realizada na estação de tratamento de esgotos (ETE) da indústria coureira, Curtume Santo Agostinho, localizado no município de Juazeiro do Norte, Ceará. A referida estação era composta por grade para reter sólidos grosseiros, caixa de areia, caixa de gordura, tanque de equalização e oxidação de sulfeto e decantador, onde era realizada a coagulação, floculação e posterior sedimentação dos flocos.

O efluente da ETE era lançado na rede coletora de esgotos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), para posterior tratamento biológico, e o lodo, descartado do decantador diariamente, com vazão de $1,69 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$, era estabilizado em leitos de secagem.

2.2 Descrição do Tratamento do Lodo do Curtume

O tratamento do lodo produzido era realizado em 12 leitos de secagem, ilustrados na Foto 08, cada um medindo 3,75, 3,0 e 0,3 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, perfazendo uma área de $11,25 \text{ m}^2$.

Os referidos leitos eram construídos em alvenaria e utilizavam como meio filtrante apenas areia grossa. Sobre a camada filtrante era posta uma pedra retangular com aproximadamente 1,0, 0,35 e 0,05 m de comprimento, largura e altura, respectivamente, com intuito de amortecer a queda do lodo líquido sobre a areia grossa, evitando que a mesma se espalhe atrapalhando assim seu bom desempenho.

O tempo de permanência do lodo nos leitos era de 3 a 10 dias, pois este dependia da variação climática. Durante esse tempo, era adicionado Cal Hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para correção do pH, controle de odores e higienização dos lodos.

Após a desidratação, o lodo era retirado manualmente para em seguida ser levado para o lixão.

2.3 Descrição do Sistema Experimental

O lodo utilizado neste experimento foi proveniente do leito de secagem da estação de tratamento de esgoto do Curtume Santo Agostinho em Juazeiro do Norte, CE, ($7^\circ 12' 47''$ Sul, $39^\circ 18' 55''$ Oeste).

A pesquisa foi conduzida em 16 jarros de barro, utilizando a cultura do milho nos quais foram realizados quatro tratamentos, descritos a seguir:

- Tratamento 1 (T_1): composto por 50 % de areia + 50 % de argila. Essa amostra era chamada de testemunha.
- Tratamento 2 (T_2): composto por 60 % de esterco bovino + 20 % de areia + 20 % de argila.
- Tratamento 3 (T_3): composto por 20 % de lodo + 40 % de areia + 40 % de argila.
- Tratamento 4 (T_4): composto por 40 % de lodo + 26 % de areia + 34 % de argila.

Para cada tratamento foram feitas quatro repetições, para obtenção de um delineamento experimental.

A incorporação dos substratos ao solo foi conduzida de forma homogênea de acordo com os tratamentos realizados. Fez-se necessário um processo de irrigação no solo antes do plantio para que o mesmo obtivesse uma homogeneização dos nutrientes.

O plantio foi efetivado com 03 sementes em cada jarro. A irrigação do plantio foi feita diariamente, nos períodos manhã e tarde.

O monitoramento se deu com o acompanhamento do período de germinação e desenvolvimento da cultura plantada, com duas medições quinzenais da altura da referida culturas visualizando seu desenvolvimento.

2.4 Variedade Escolhida para o Plantio

A variedade de milho utilizada no plantio foi o Híbrido – BR205. O critério para a escolha da referida variedade foi baseado no fato da mesma ser bastante utilizada por agricultoras da região do cariri cearense, bem como por apresentar ciclo de desenvolvimento rápido e por ser uma planta com elevada capacidade de extração de elementos do solo. Esta variedade de milho representa a tradicional rusticidade dos milhos tropicais da Embrapa.

Desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - Embrapa Milho e Sorgo, o BR 205 é um híbrido duplo adaptado às regiões tropicais, precoce, de alta produtividade, com tolerância à toxidez de alumínio e ao estresse hídrico.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 a seguir são apresentados os valores referentes à altura das plantas de milho, variedade BR 205, no período de 15 e 30 dias após o plantio.

Tabela 1. Altura das plantas de milho com período de quinze e trinta dias após o plantio

Tratamentos	Medição 15 dias após o plantio (cm)	Medição 30 dias após o plantio (cm)
T ₁ (R ₁)	15,5	31,0
T ₁ (R ₂)	19,0	33,0
T ₁ (R ₃)	13,0	23,0
T ₁ (R ₄)	16,5	31,0
T ₂ (R ₁)	26,0	52,0
T ₂ (R ₂)	22,0	50,0
T ₂ (R ₃)	23,0	61,0
T ₂ (R ₄)	22,0	56,0
T ₃ (R ₁)	23,0	43,0
T ₃ (R ₂)	26,0	44,0
T ₃ (R ₃)	21,0	34,0
T ₃ (R ₄)	27,6	42,0
T ₄ (R ₁)	20,0	36,0
T ₄ (R ₂)	19,0	36,0
T ₄ (R ₃)	21,0	37,5
T ₄ (R ₄)	21,0	31,0

As plantas apresentaram nos tratamentos T₂, T₃ e T₄, inicialmente, desenvolvimento uniforme, quando comparado com o tratamento T₁ (testemunha). Após quinze e trinta dias do plantio, quando foram realizadas medições de altura, foi observado que as plantas apresentaram diferentes faixas de crescimento, conforme citado na Tabela 1, onde o tratamento realizado com esterco bovino (tratamento T₂) proporcionou maior crescimento, enquanto que as plantas onde o lodo foi incorporado apresentaram

hipermetrofia gradativa conforme o aumento de percentual de lodo adicionado aos tratamentos.

O tratamento T₄, correspondente a maior proporção de lodo, apresentou o maior nível de atrofia. Este fato pode ser atribuído tanto à elevação do teor de cromo (Cr), neste tratamento, como também ao aumento dos teores de Na e C.E.

No cultivo do milho, adubado com esterco bovino, foi observado colmos com espessuras maiores, apresentando folhas mais largas e coloração verde acentuada quando comparado com as plantas dos demais tratamentos.

As plantas do tratamento testemunha apresentaram folhas amareladas, fato atribuído à ausência de Nitrogênio (N), pois mesmo não tendo sido determinada a concentração deste nutriente no lodo, de acordo com Malavolta et al. (1989), as plantas de milho com carência de nitrogênio apresentam folhas mais velhas amareladas e com um "V" esbranquiçado ao longo da nervura principal.

Sem exceção de nenhum tratamento, todas as plantas apresentaram coloração roxa nos colmos e nas folhas, mesmo quando ocorria a predominância da cor verde acentuada (T₂) ou amarelada (T₁), o que pode ser explicado pela deficiência de Fósforo (P). A ausência deste nutriente pode ocasionar folhas velhas com tons roxos perto das margens e tons roxos no colmo (MALAVOLTA et al., 1989).

Todas as plantas também apresentaram estrias brancas em suas folhas fato atribuído à ausência de Zinco (Zn). A falta deste elemento no solo resulta em problemas direcionados as plantas tais como região de crescimento das folhas esbranquiçadas, folhas com estrias brancas e tons roxos (MALAVOLTA et al., 1989).

Com exceção do tratamento onde foi utilizado o esterco bovino, visualizou-se colmos finos, fato que pode ser explicado pela ausência do Potássio (K). Segundo Malavolta et al. (1989), a presença reduzida deste macronutriente causa, nas plantas, efeitos como folhas velhas com clorose, necrose e dilaceração das margens; colmos finos; sistema radicular fraco (acamamento).

No entanto, mesmo tendo sido observada, ausência de nutrientes (N e P) nas plantas, este fato pode ser atribuído ao valor de pH, bem como ao elevado teor de sódio, pois de acordo com Barros (2000) citado por Silva (2003), o lodo da indústria de curtume possui em sua composição, características nutricionais (N e P) necessárias para um bom desempenho na sua utilização em solos, sendo o nitrogênio o constituinte encontrado em maior quantidade, por ser produto de degradação da proteína da pele. O fósforo encontra-se contido preferencialmente em forma orgânica, devido à pequena utilização de sais à base de fosfato na industrialização do couro.

Quanto ao potássio, este autor afirma que apresenta baixa concentração, haja vista, o potássio não se ligar facilmente aos componentes orgânicos fora da célula viva.

Nas Tabelas 2 e 3 a seguir são apresentados os resultados da análise de variância e a comparação das médias do desenvolvimento da cultura do milho submetido a diferentes tratamentos com adubação orgânica a base de lodo de curtume aos 15 dias e 30 dias após o plantio.

Tabela 2. Análise de variância do desenvolvimento inicial da cultura do milho.

Fonte de Variação	Teste F		
	GL	15 dias após plantio	30 dias após plantio
Tratamentos	3	11,57260 **	26,00140 **
QM (resíduo)	12	4,86003	18,05729
Média Geral		20,97500	40,03125
CV		10,51035	10,61517

Onde: G.L. (Graus de liberdade), Q.M. (Quadrado médio), CV (Coeficiente de Variação), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade)

Tabela 3. Médias do desenvolvimento inicial da cultura do milho aos 15 dias de plantio.

	15 dias após plantio	30 dias após plantio
T ₁	16,00000 b	29,50000 c
T ₂	23,25000 a	54,75000 a
T ₃	24,40000 a	40,75000 b
T ₄	20,25000 ab	35,12500 bc

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

O experimento apresentou um coeficiente de variação para o desenvolvimento da cultura do milho aos 15 dias e 30 dias após o plantio igual a 10,51 e 10,62, respectivamente, classificados como médio, por Gomes (1990) indicando que o delineamento estatístico exerceu bom controle sobre as variações do meio (Tabela 2). O teste F (Tabela 2) para ambos os períodos, demonstraram que houve significância em nível de 1% de probabilidade entre os fatores estudados, isto é, as variações no desenvolvimento da cultura do milho não foram devido ao acaso.

A comparação das medias dos tratamentos no período de 15 e 30 dias, mostrou que o desenvolvimento da cultura do milho em todos os tratamentos (T₂, T₃ e T₄) foi superior ao desenvolvimento da testemunha (T₁) e que no período de 30 dias as medias foram decrescentes com o aumento da porcentagem de lodo. O valor médio do desenvolvimento da cultura do milho após 15 dias de plantio obtido no experimento foi de 20,975 cm de altura e o valor médio do desenvolvimento da cultura do milho após 30 dias de plantio obtido no experimento foi de 40,031 cm, o menor valor no período de 15 dias, excluindo o Tratamento 1 (testemunha), após o plantio foi de 20,25 cm de altura no Tratamento 4 (40 % de lodo + 26 % de areia + 34 % de argila) e o menor valor no período de 30 dias, excluindo o Tratamento 1 (testemunha), após o plantio foi de 35,13 cm de altura no Tratamento 4 (40 % de lodo + 26 % de areia + 34 % de argila), o máximo valor no período de 15 dias, excluindo o Tratamento 1 (testemunha), após o plantio foi de 24,40 cm de altura no Tratamento 3 (20 % de lodo + 40 % de areia + 40 % de argila) e o máximo valor no período de 30 dias, excluindo o Tratamento 1 (testemunha), após o plantio foi de 54,75 cm de altura no Tratamento 2 (60 % de esterco bovino + 20 % de areia + 20 % de argila). A Figura 1 apresenta o desenvolvimento da cultura do milho nos períodos de 15 e 30 dias.

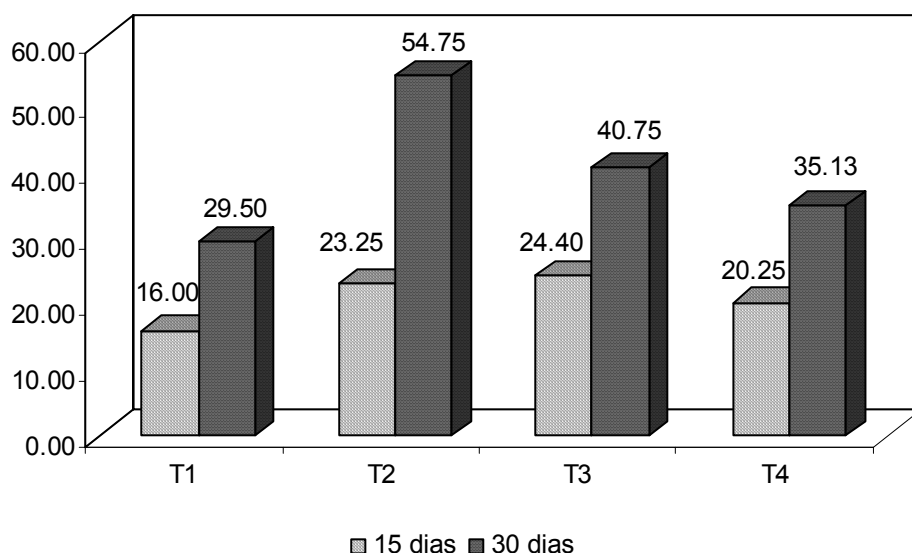


Figura 01. Gráfico de comparação das plantas de milho entre os períodos de 15 a 30 dias.

4 - CONCLUSÃO

Conclui-se que através da determinação do crescimento das plantas, bem como da interpretação visual, nos diferentes tratamentos, pode ser verificado que as plantas tratadas com lodo apresentaram hipermetrofia gradativa conforme o aumento de percentual de lodo adicionado aos tratamentos, colmos finos com coloração roxa, folhas com margens e nervura principal com coloração roxa e amarelada, respectivamente, bem como estrias esbranquiçadas, sendo este fato atribuído à ausência de nutrientes nas plantas, causada pelos elevados teores de sais no lodo, os quais reduzem o processo de assimilação dos nutrientes presentes no solo, pelas mesmas (osmose reversa).

Outro fator que deve ser considerado, refere-se ao elevado teor de cromo no lodo (836 mg L^{-1}), pois dependendo das condições do solo, principalmente pH ácido e presença de oxigênio, a forma trivalente (Cr^{3+}), pouca assimilada pelas plantas, é oxidada a forma hexavalente (Cr^{VI}), tóxica as plantas. Entretanto, apesar de ter sido verificado que com o aumento das proporções de cromo, nos diferentes tratamentos, ocorreu atrofia gradativa das plantas, não podemos atribuir este fato ao teor de cromo, em virtude do lodo também ter apresentado elevados teores de sais, mascarando, desta forma, os resultados.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C.V.; BARRETO, C.L.G.; BONNET, B.R.P. et al. Tratamento e disposição final de lodo de esgoto no Paraná. *Sanare*, Curitiba, v.1, n.1, p.10-16, 1994.

ANDREOLI, C.V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S.C. *Reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônômico e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária*. Companhia de Saneamento do Paraná. Curitiba: Sanepar, 1997. 81p.

BRADY, N.C. *The nature and properties of soils*. 10th S.1.: McMillan Publishing, 1990.
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. *A plain english guide to the EPA part 503 biosolids rule*. Washington, DC: EPA, 1994. 176p.

- FRANKS, W.A.; PERSINGER, M.; IOB, A. et al. Utilization of sewage effluents and sludge to reclaim soil contaminated by toxic forms from a zinc smelter. In: SOPPER, W.E.;
- SEAKER, E.M.; BRASILIAN, R.K. *Land reclamation and biomass production with municipal wastewater and sludge*. S.1.: The Pennsylvania State University Press, 1982. p. 219-251.
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 486p.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 429p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SANTIAGO, G. et al. Efeito de doses de lodo de esgoto sobre a matéria orgânica e a CTC de um Latossolo cultivado com cana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (24.: 1993: Goiânia) *Anais...* Brasília: SBSC, 1993, v.2, p.253-254.
- MONTEIRO, A. A.; ANTERO NETO, J. F.; SANTOS, A. B. dos. **Produtor de milho**. Edições Demócrito Rocha; Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2003. 56p.
- OLIVEIRA, F.C.; MARQUES, M.O.; BELLINGIERI, P.A. Efeito da aplicação do lodo de esgoto em Latossolo Vermelho Escuro Textura média em sorgo granífero. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (24.: 1993: Goiânia) *Anais...* Brasília: SBCS, 1993.
- OUTWATER, A.B. *Reuse of sludge and minor wastewater residuals*. S.1.: Lewis Publishers, 1994. 179p.
- ROS, C.O.; AITA, C.; CERETTA, C.A. et al. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.17, p.257-261, 1993.
- SCHNEIDER, K.R., WITTEWER; CARPENTER, S.B. *Trees respond to sewage sludge in reforestation of acid spoil. Symp. on surface mining hydrol., sediment. and reclamation*. Lexington: University of Kentucky, 1981. p.291-296.
- SILVA, C. J. D. da. *Estudo da viabilidade do uso de lodo de estação de tratamento de despejos de curtume, como adubo orgânico, no cultivo de milho*. Juazeiro do Norte – CE, 2003. 60p. (monografia) – Instituto CENTEC do Cariri.
- SILVA, C.J.C. da.; LIMA, M.G. de S.; PEDROZA, M.M.; GOMES, L. de A.; SILVA, M.A.N. da. Estudo da viabilidade do uso de lodo em estações de despejos de curtume, como adubo orgânico, no cultivo do milho. In: XI Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, *Anais...* Natal: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 2004.
- SOPPER, W.E.; SEAKER, E.M. Long-term effects of a single application of municipal sludge on abandoned mine land. In: _____. *Proc. of the 1990 minning and reclamation conf. and exhibition*. Morgantown: West Virginia University, v.2, 1990. p.579-587.

WEBBER, M.D.; SHAMESS, A. *Land utilization of sewage sludge: a discussion paper*. Toronto: Expert Committee on Soil and Water Management, 1984. 48p.

-
- ¹ Aluna do Curso de Especialização em Saúde e Meio Ambiente, Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte-CE.
² MSc. em Engenharia Civil, Profa. do Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte-CE.
³ MSc. em Engenharia Agrícola, Prof. do Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte-CE.
⁴ Doutoranda em Engenharia Agrícola, ESALQ – USP, Profa. do Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte-CE.
⁵ MSc. em Engenharia Civil, Prof. CEFET/TO
⁶ Aluno do Curso de Tecnologia de Recursos Hídricos/Irrigação, Juazeiro do Norte-CE.