

PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO CULTIVADO COM MAMONA, IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBADO COM BIOSSÓLIDO

Maria Betânia Hermenegildo do Nascimento

Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Fone: (83) 362 2256. E-mail: betaniahn@yahoo.com.br

Vera Lúcia Antunes de Lima

Prof. D. Sc. DEAg/CCT/UFCG. CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310 1349. Email: antunes@deag.ufcg.edu.br.

Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Prof. D. Sc. DEAg/CCT/UFCG. CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310 1349. Email: cazevedo.@deag.ufcg.edu.br.

Adailson Pereira de Souza

CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB. Fone: (83) 362 - 2300. Email: adailson@cca.ufpb.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades químicas do solo cultivado com mamona, irrigado com água residuária e adubado com bioossólido. O experimento constou de 21 tratamentos, no qual foram avaliados três níveis de bioossólido (0, 75 e 150 kg ha⁻¹ de N), 2 tipos de água (água de abastecimento e água residuária tratada), e uma testemunha com adubação convencional química, com três repetições. Foram avaliados os teores de fósforo total, potássio, sódio, cálcio, magnésio, hidrogênio e alumínio (trocaíveis), carbono, matéria orgânica e nitrogênio total; além dos micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco. O solo dos tratamentos irrigado com água residuária apresentou um bom incremento de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento da planta. O bioossólido apresentou efeito significativo, apenas para a variável ferro.

Palavras-chave: análises químicas, fertilidade do solo, *Ricinnus Communis*

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA TIERRA CULTIVADA CON LA PLANTA DE ACEITE DE RICINO, REGADOS CON AGUA Y FERTILIZANTE DE RESIDUOS TRATADOS CON BIOSÓLIDOS

Resumen: El propósito de este estudio fue evaluar las propiedades químicas de los suelos cultivados con aceite de ricino, regados con aguas residuales y fertilizados con biosólidos. El experimento consistió de 21 tratamientos, que son tres niveles de biosólidos (0, 75 y 150 kg ha⁻¹), 2 tipos de agua (abastecimiento de agua y aguas residuales tratadas), y un control con fertilización química convencional con tres repeticiones. Se evaluaron los niveles de fósforo total, potasio, sodio, calcio, magnesio, aluminio y de hidrógeno (intercambiable), el carbono, la materia orgánica y nitrógeno total, además de los micronutrientes boro, cobre, hierro, manganeso y zinc. El tratamiento de los suelos regados con aguas residuales mostraron un buen incremento en materia orgánica, nitrógeno y fósforo, nutrientes esenciales para el crecimiento y el desarrollo de la planta. Biosólidos efecto significativo sólo para la variable de hierro.

Palabras clave: análisis químico, la fertilidad del suelo, *Ricinnus communis*

CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL CULTIVATED WITH CASTOR OIL PLANT, IRRIGATED WITH TREATED WASTEWATER AND FERTILIZED WITH BIOSOLID

Abstract: The objective of this work was to evaluate the chemical properties of the soil cultivated with castor oil plant, irrigated with wastewater and fertilized with biosolid. The experiment consisted of 21 treatments, in which were evaluated three biosolid levels (0, 75 and 150 kg ha⁻¹ of N), 2 types of water (water of provisioning and treated wastewater), and a control with chemical conventional manuring, with three replications. The contents of total phosphorus, potassium, sodium, calcium, magnesium, hydrogen and aluminum (exchangeable), carbon, organic matter and total nitrogen were evaluated, besides the

micronutrients boron, copper, iron, manganese and zinc. The soil of the treatments irrigated with treated wastewater presented a good increment of organic matter, nitrogen and phosphorus, essential nutrients to the growth and development of the plant. The biosolid presented significant effect, just for the variable iron.

Key words: chemical analyses, soil fertility, *Ricinus Communis*

INTRODUÇÃO

O crescimento acentuado e desordenado das grandes cidades, aliado à expansão das atividades industriais, são os principais causadores da poluição das águas. O intenso aumento populacional observado nas últimas décadas tem conduzido a uma maior demanda de alimentos, o que por sua vez implica em maior consumo de agrotóxicos, fertilizantes e geração de resíduos. O destino final destes é frequentemente o ambiente aquático, provocando a contaminação das reservas naturais de água. Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, obrigando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e geração de energia elétrica, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias tratadas (León & Cavallini, 1999; Brito & Tinoco, 2000).

A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos é uma prática frequente na maioria dos países da América Latina, por oferecer vantagens como a disponibilidade permanente de água, aporte de grande quantidade de nutrientes, aumento do rendimento dos cultivos e melhoria na qualidade do solo, além da economia com fertilizantes industriais (Silva, 2000) sendo ainda uma alternativa viável para amenizar os problemas ocasionados pela escassez de água (Ayers & Westcot, 1999), eliminando uma fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas ou superficiais, a poluição e contaminação ambiental e as doenças de veiculação hídricas (Sousa et al., 2001).

A utilização do biossólido pode resultar em melhoras significativas nas propriedades químicas do solo, influenciando, de maneira positiva, na fertilidade. Vários pesquisadores relatam aumento de pH, matéria orgânica, CTC e teor de macronutrientes, principalmente N, P e Ca, em solos que receberam biossólido (Berton et al., 1989; Ros et al., 1991; Silva et al., 2002). Segundo Silva (2001), o uso do biossólido na adubação contribui para reduzir os gastos com fertilizantes, principalmente fosfatados.

Segundo Parente (2003), a mamona constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável entre as grandes culturas, em certas áreas do semi-árido nordestino, sendo uma excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba, onde segundo a Embrapa Algodão, tem-se

47 municípios com aptidão para a ricinocultura (Beltrão, 2001) e por não ser consumida, in natura, e ter a maioria de seus produtos industrializados, esta cultura apresenta-se como uma alternativa viável para ser explorada usando água residuária e biossólido. Além disto à mamoneira tem uma extraordinária capacidade de adaptação, multiplicidade de aplicações industriais do seu óleo e valor da sua torta, como fertilizante e suplemento protéico, situa-se entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade (Fornazieri Júnior, 1986). Além disto o óleo de mamona se apresenta como a melhor e mais econômica matéria prima para a produção de biodiesel, devido à condição única de total solubilidade no etanol (Penido Filho & Villano, 1984; Parente, 2003).

Ante o exposto e visando encontrar alternativas para o uso das águas residuárias e biossólido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as melhorias ocorridas, no solo com relação ao aporte de nutrientes adicionados através da irrigação com água residuária e adubação com biossólido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), conveniado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, durante o período compreendido entre 1 de março a 21 de novembro de 2002.

Foram construídos ao todo, vinte e um lisímetros, constituídos de caixas de fibra de vidro com capacidade de 0,5 m³. Os diâmetros da face superior e inferior eram de 1,1 m e 0,9 m, respectivamente, com 0,7 m de altura. Os lisímetros foram instalados em local coberto com plástico transparente para que o experimento não sofresse interferência das chuvas.

O sistema de drenagem de cada lisímetro foi constituído de: a) três tubos de PCV rígido com diâmetro igual a 20 mm, perfurados com orifícios de 5 mm de diâmetro e colocados no fundo da caixa; b) uma camada de brita zero de aproximadamente 10 cm de espessura; c) uma camada de areia lavada de igual espessura e d) uma tubulação interligando o sistema de drenagem à parte externa do lisímetro onde foram realizadas coletas e medição do efluente.

O solo utilizado no experimento foi coletado nas proximidades da Universidade Federal de Campina Grande, sendo classificado como um Neossolo Regolítico, de acordo com Embrapa (1999). O material foi seco ao ar, destorroado e

passado na peneira de 4 mm. Em cada lisímetro foram acomodados 0,36 m³ de solo através de saturação realizada de baixo para cima, ou seja, a partir do ponto de descarga. As características físico-hídricas e químicas do solo estão

apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Estas análises foram realizadas segundo metodologias propostas pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Características físico-hídricas do material do solo utilizado no experimento

Características físico-hídricas*	Valor
Granulometria (g kg ⁻¹)	
Areia	785,4
Silte	36,5
Argila	178,1
Classificação Textural	Franco-Arenoso
Densidade Aparente (g cm ⁻³)	15,6
Densidade Real (g cm ⁻³)	27,3
Porosidade (g cm ⁻³)	42,86
Umidade (g 100 g ⁻¹)	
Capacidade de Campo a 0,01 MPa	10,13
Ponto de Murcha a 1515 MPa	1,82
Água Disponível	6,36

* Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande, PB. 2002.

Tabela 2. Características químicas do material de solo utilizado no experimento

Características Químicas	Valor*
Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)	
Cálcio	0,85
Magnésio	0,50
Sódio	0,179
Potássio	0,148
Acidez Potencial	0,50
Carbono Orgânico (g kg ⁻¹)	1,620
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	2,793
Nitrogênio Total (g kg ⁻¹)	0,002
Fósforo Total (mg dm ⁻³)	4,33
pH do extrato de saturação	6,8
Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m ⁻¹)	0,82
1) Extrato de saturação (mmol _c L ⁻¹)	
Sódio	3,58
Potássio	0,46
Enxofre	107,66
Cálcio	2,0
Magnésio	2,5
Carbonato	0
Bicarbonato	1,5
Cloreto	4,9
Relação de Adsorção de Sódio	2,39
Porcentagem de sódio trocável	2,21
Classificação em relação à salinidade	Normal

* Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB, 2002.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial [(2x3)+1] com 3 repetições, sendo dois o fator tipo de água (de abastecimento e residuária tratada); e três o fator

dose de biofósforo (0; 75 e 150 kg ha⁻¹ de N) com uma testemunha na qual se usou adubação química e irrigou-se com água de abastecimento.

A adubação foi realizada com dois tipos de adubo: químico e biofósforo. As fontes de adubo

químico foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K₂O); e superfosfato triplo (45% P₂O₅). Foi realizada uma adubação corretiva em 01/03/02 com as seguintes doses: 15 kg N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 30 kg K₂O ha⁻¹ e duas adubações de cobertura nos dias 29/04/02 e 24/05/02, apenas com 20 kg N ha⁻¹ cada.

O biossólido utilizado foi aplicado apenas na fundação, sendo o mesmo obtido da digestão anaeróbia do esgoto doméstico em um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) desidratado

ao sol, por um período de 60 dias, em leito de secagem constituído de tanque provido de sistema de drenagem composto por uma camada de brita de 10 cm, uma camada de areia de igual espessura e uma tela, e na parte inferior drenos, por onde era percolado o excesso de umidade. As análises físicas e químicas no lodo seco (Tabela 3), foram realizadas segundo metodologias propostas por Eaton et al. (1995), em relação à porcentagem de matéria seca a 105 °C.

Tabela 3. Características* físicas e químicas do biossólido digerido, obtidas da média de três repetições

Sólidos Totais (%)	Umida de (%)	pH (H ₂ O)	M.O (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
34,5	65	6,6	52,4	2,6	1,9	0,4	3,4	0,9

*Análises realizadas no Laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB, Campina Grande, PB, 2002.

As águas de irrigação utilizadas nas unidades experimentais foram de abastecimento (AA) e água residuária (AR). A água de abastecimento era proveniente da rede de abastecimento público de água da cidade de Campina Grande, PB. Esta água foi armazenada em uma caixa d'água de fibra de vidro com volume igual a 500 L, que se encontrava sobre uma plataforma de concreto, permitindo que a água fosse aduzida por gravidade. A caixa d'água permaneceu fechada durante todo o experimento, evitando-se, assim, a entrada de pequenos animais e insetos para o interior da mesma, preservando a qualidade da água.

As águas residuárias utilizadas eram efluentes decantados de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), o qual trata o esgoto bruto doméstico proveniente de bairros circunvizinhos à região do bairro do Catolé, na cidade de Campina Grande, PB.

O reator UASB foi confeccionado em uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 5.000 L, vazão de 25 m³ d⁻¹ e um tempo de detenção hidráulico de 5 h. O efluente do reator passou para

uma lagoa de decantação com as seguintes dimensões: 10 m de comprimento, 1 m de largura e 0,6 m de profundidade.

O sistema de irrigação foi o pressurizado por gotejamento, composto pelos seguintes componentes: bombas de 0,5 CV de potência para adução das águas residuárias; linhas primárias de PVC rígido com 2' de diâmetro; linhas secundárias de plástico flexível com ½ de diâmetro; filtro de areia; filtro de tela; gotejadores de vazão igual a 3,75 L h⁻¹ e pressão de 150 kPa.

As águas residuárias utilizadas foram captadas por meio de uma bomba e aduzidas por linhas primárias enterradas de PVC rígido até aos filtros. Após o processo de filtragem, as águas chegavam aos gotejadores, os quais estavam dispostos sobre os lisímetros. Em cada lisímetro contendo uma planta foi disposto um gotejador.

A Tabela 4 apresenta as análises física e química das águas de abastecimento e residuária, realizadas no Laboratório do PROSAB/UFMG, segundo metodologias propostas por APHA (1995).

Tabela 4. Composição física e química das águas de abastecimento (AA) e residuária (AR) usadas no experimento

Tipo de água	pH	C.E. (dS m ⁻¹)	DQO (mg L ⁻¹)	Ca (mg L ⁻¹)	Mg (mg L ⁻¹)	HCO ₃ (mg L ⁻¹)	Alcalinidade (mg L ⁻¹)
AA	7,89	0,59	30	113	76	66,92	80
AR	7,79	1,36	197	135	134	282	350
	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo Total	Ortofosfato	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais
	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)
AA	0,88	0,00	0,18	0,09	0,05	5	454
AR	45	0,02	0,47	5,51	4,79	36	877

A cultura explorada foi à mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar BRS 149 (Nordestina), obtida através da seleção individual com testes de progênes. Na variedade local Baianita, obteve-se a linhagem de porte médio CNPA M 90-120, avaliada em vários municípios dos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba.

Para controle de ervas daninhas procederam-se capinas manuais e foram aplicadas três pulverizações com Atropelos, princípio ativo Monocrotophos, na dosagem de 8 mL L⁻¹ de água, para o combate do ácaro vermelho.

Ao final do experimento, as amostras de solo foram coletas, mediante um trado de 2,5 cm de diâmetro, em cada lisímetro, em seis lugares distintos, de modo a formar uma amostra composta. O solo foi acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados.

Avaliaram-se os dados referentes às propriedades químicas fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), carbono, matéria orgânica, nitrogênio total e os micronutrientes boro (B), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn).

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB, de acordo com as metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do resultado das análises de variância relativas às características químicas (Tabela 5), constatou-se efeito significativo do tipo de água de irrigação sobre as concentrações do fósforo, sódio, magnésio, acidez potencial, matéria orgânica e nitrogênio.

As características químicas potássio e cálcio do solo não foram afetados pelo tipo de água usada, conforme pode ser visto na Tabela 5, no entanto, o cálcio apresentou efeito significativo para o contraste fatorial versus testemunha. Verificou-se que não ocorreu significância estatística para as características químicas estudadas, quando a fonte de variação foi o biossólido.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias destas variáveis, onde se pode verificar que ocorreu um incremento de 321% no teor de fósforo nos lisímetros irrigados com água residuária. Com esse incremento o solo passou a ter um nível médio do teor de fósforo, segundo Tomé Júnior (1997). De acordo com Rajj (1991) um suprimento adequado deste nutriente promove um bom desenvolvimento vegetal, estimula o desenvolvimento radicular, a

boa formação de frutos e a precocidade da produção.

Com relação ao sódio, observa-se que a disposição da água residuária ocasionou um aumento de 420% no seu teor no solo, passando a ter um nível elevado, em relação ao cálcio e magnésio. Isto pode ter ocorrido devido ao elevado teor deste elemento geralmente presente na água residuária. Tomé Júnior (1997) afirma que quando as concentrações de sódio forem significativas, ele pode ter efeitos adversos sobre a produtividade das culturas, seja diretamente, dificultando a absorção de água e cátions nutrientes para a planta, ou indiretamente, pelo seu efeito dispersante sobre as argilas, causando desestruturação do solo e prejudicando a infiltração de água, oxigenação e crescimento das raízes.

Constata-se ainda na Tabela 6, a importância da irrigação com água residuária, a qual provocou um aumento na matéria orgânica do solo em 36% em relação à água de abastecimento. Mesmo com esse aumento o solo ainda apresenta nível baixo de matéria orgânica, segundo Tomé Júnior (1997). Um nível adequado de matéria orgânica é benéfico ao solo, pois melhora as condições físicas, aumenta a retenção de água, diminui as perdas por erosão e fornece nutriente para as plantas (Lopes, 1989).

Com relação ao nitrogênio, verifica-se que a irrigação com água residuária ocasionou um acréscimo de nitrogênio no solo em 725%, quando comparado com a água de abastecimento. Resultados similares foram encontrados por Ros et al. (1991), que estudando doses de biossólido aplicado a um solo franco-arenoso e cultivado com milho, verificaram um aumento de nitrogênio com o aumento das doses de biossólido.

Observa-se na Tabela 7 que aos micronutrientes cobre, ferro e manganês apresentaram significância estatística entre o tipo de água aplicado. Já o zinco não foi afetado por nenhum tratamento.

Mediante o desdobramento da interação água x doses de biossólido (Tabela 7), observou-se que o teor de cobre no solo quando irrigado com água de abastecimento destacou-se estatisticamente daquele irrigado com água residuária apenas na terceira dose de biossólido (150 kg ha⁻¹ de N).

Conforme a Tabela 8, observa-se que a água residuária promoveu um aumento nos teores de ferro e manganês em cerca de 27% e 41%, respectivamente, com relação à água de abastecimento. Com este incremento no teor de ferro, o mesmo passou a ser classificado segundo Malavolta (1997), como adequado para o solo. Já o teor de manganês mesmo com este aumento, ainda ficou um pouco abaixo do nível adequado que é de 5 mg kg⁻¹.

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, carbono, matéria orgânica, nitrogênio total, sob diferentes níveis de biossólido (0, 75 e 150 kg. ha⁻¹ de N) e diferentes tipos de água (abastecimento e residuária). CCA/UFPB, Areia, PB.

FV	GL	Quadrados Médios								
		PT Mg dm ⁻³	K cmol _c L ⁻¹	Na cmol _c L ⁻¹	Ca cmol _c L ⁻¹	Mg cmol _c L ⁻¹	H ⁺ +AL ³⁺ cmol _c L ⁻¹	Carbono g kg ⁻¹	MO g kg ⁻¹	Nitrogênio Total Mg kg ⁻¹
Biossólido	2	532,53 ^{ns}	26,17 ^{ns}	6500,14 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,0039 ^{ns}	14,06 ^{ns}	14,06 ^{ns}	41,75 ^{ns}	49,08 ^{ns}
Água	1	1493,68*	221,20 ^{ns}	386452,4**	0,01 ^{ns}	0,22*	158,42*	158,42**	470,73**	805,00*
Biossólido x Água	2	522,25 ^{ns}	83,84 ^{ns}	7660,65 ^{ns}	0,0072 ^{ns}	0,02 ^{ns}	26,78 ^{ns}	26,78 ^{ns}	79,65 ^{ns}	32,78 ^{ns}
Fatorial versus Testemunha	1	63,96 ^{ns}	34,76 ^{ns}	33672,50**	0,21*	0,0050 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,02 ^{ns}	103,96 ^{ns}
Tratamento	6	611,20 ^{ns}	79,33 ^{ns}	74741,01**	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}	40,07 ^{ns}	40,07*	119,09 ^{ns}	345,45 ^{ns}
Erro	14	286,47	124,21	2638,78	0,02	0,03	0,02	12,63	37,55	159,21
C.V.(%)		120,37	22,03	25,70	11,35	17,59	80,69	18,24	18,24	106,33

ns - não significativos pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 6. Médias das variáveis fósforo total, sódio, magnésio, acidez potencial, carbono, matéria orgânica, nitrogênio total, em função dos tratamentos, após o término do experimento. CCA/UFPB, Areia, PB. 2002

Fatores	Variáveis						
	PT Mg dm ⁻³	Na cmol _c L ⁻¹	Mg cmol _c L ⁻¹	H ⁺ +AL ³⁺ cmol _c L ⁻¹	Carbono g kg ⁻¹	Matéria Orgânica g kg ⁻¹	Nitrogênio Total Mg kg ⁻¹
Tipo de Água							
Abastecimento	5,66B	69,67B	0,81B	0,16A	1,65B	2,84B	2,76B
Residuária	23,88A	362,72A	1,03A	0,17A	2,24A	3,86A	22,79A
Doses de Biossólido (Kg ha ⁻¹ de N)							
0	6,96	206,66	0,90	0,15	1,86	3,21	15,69
75	25,24	252,82	0,92	0,16	2,12	3,65	9,97
150	12,12	189,09	0,95	0,18	1,85	3,19	12,66
Fatorial versus Testemunha							
1	14,77A	216,19A	0,92A	0,16A	19,43A	33,50A	12,77A
2	9,79A	101,76B	0,97A	0,30A	19,80A	34,13A	6,42A

Médias seguidas de mesma letra, em cada fator de estudo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Resumo da análise de variância das variáveis boro, cobre, ferro, manganês e zinco, sob diferentes níveis de biofósforo (0, 75 e 150 kg ha⁻¹ de N) e diferentes tipos de água (abastecimento e residuária). CCA/UFPB, Areia, PB. 2002

FV	GL	Quadrados Médios				
		Boro Mg L ⁻¹	Cobre Mg L ⁻¹	Ferro Mg L ⁻¹	Manganês Mg L ⁻¹	Zinco Mg L ⁻¹
Biofósforo	2	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	155,47 [*]	0,03 ^{ns}	3,87 ^{ns}
Água	1	0,77 [*]	0,94 ^{**}	235,44 ^{**}	6,34 ^{**}	0,09 ^{ns}
Biofósforo x Água	2	0,02 ^{ns}	0,29 [*]	78,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,39 ^{ns}
Fatorial versus Testemunha	1	0,01 ^{ns}	0,19 ^{ns}	152,81 [*]	0,0000 ^{ns}	1,78 ^{ns}
Tratamento	6	0,17 ^{ns}	0,29 [*]	175,88 ^{**}	1,08 ^{**}	2,0 ^{ns}
Erro	14	0,07	0,072	25,03	0,19	1,20
C.V.(%)		32,82	26,01	17,08	12,64	52,40

ns - não significativos pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 8. Médias das variáveis boro, cobre, ferro, manganês e zinco, após o término do experimento. CCA/UFPB, Areia, PB. 2002

Fatores Fatores	Variáveis		
	Boro Mg L ⁻¹	Ferro Mg L ⁻¹	Manganês Mg L ⁻¹
Tipo de Água			
Abastecimento	1,04A	26,77B	2,87B
Residuária	0,63B	33,99A	4,06A
Doses de Biofósforo (kg ha ⁻¹ de N)			
0	0,86	25,18	3,38
75	0,70	35,36	3,53
150	0,95	30,61	3,48
Fatorial versus Testemunha			
1	0,83A	30,38A	3,46A
2	0,77A	22,67B	3,47A

Médias seguidas de mesma letra, em cada fator de estudo, não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

- Nas condições experimentais, a irrigação com água residuária promoveu, um aumento nos teores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, ferro e manganês, no entanto, o aumento na matéria orgânica não foi suficiente para elevar este elemento a nível adequado.
- A aplicação de doses crescente de biofósforos ao solo, elevou apenas o teor de ferro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) pelo apoio financeiro ao trabalho e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo apoio técnico.

LITERATURA CITADA

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução Hans Raj. Ghery e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1999. 217p.
- BELTRÃO, N. E. de M. Mamoneira e seu cultivo no Nordeste brasileiro: Excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba. Bahia Agrícola. v. 4, n. 2, p. 21-22. 2001.
- BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulista. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v. 13, p. 187 – 192, 1989.
- BRITO, L. P. DE; TINOCO, J. D. Reutilização de águas residuárias tratadas em limpeza viária na cidade de Natal – RN. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre, 2000.p. 130.
- EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th., Washington: APHA, 1995. Paginação irregular.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa dos Solos, 2 ed., 1997 212p.
- FORNAZIERI JÚNIOR, A. F. Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Cone, 1986. 72p.
- LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. Tradução Hans Raj Gheyi; A. König; B. S. O. Ceballos; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB. 1999. 108p.
- LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo: Anda/Potafos, 1989. 155p.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, SP: Fundação Potafos. 1997. 315p.
- PARENTE, E. DE S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza, CE: Tecbio, 2003. 68p.
- PENIDO FILHO, P.; VILLANO, F. O emprego do éster da mamona nos motores dos veículos Fiat. In: Congresso Brasileiro de Energia. 3^o, 1984, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro. 1984. p. 903-912.
- RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres-Potafos, 1991, 343p.
- ROS, C. O., AITA, C. CERETTAM, C. A.; FRIES. M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia – ervilhaca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 17, p. 257-261, 1991.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa Agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolo no Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 26, n. 2, p. 486-495, 2002.
- SILVA, N. L. da., Utilização de lodo de lagoa de estabilização na cultura de sorgo granífer em casa de vegetação, In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. Anais..., João Pessoa, 2001, p. 11.
- SILVA, S. A. Comportamento de formas de enxofre, fósforo e nitrogênio em um reservatório profundo de estabilização tratando águas residuárias domésticas., In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre, 2000.
- SOUSA, J. T.; ARAÚJO, H. W. C. DE.; CATUNDA, P. F. C. Reuso de esgotos sanitários para a agricultura. 4^a Conferência latino-americana sobre meio ambiente, Belo Horizonte, 2001. Disponível em: <<http://www.ecolatina.com.br>> .Acesso em 19/10/2003.
- TOME JÚNIOR, J. B. Manual para interpretação de análise do solo. Guaíba: Agropecuária, 1997, 247p.