



ALTERAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO COM APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO COMO ALTERNATIVA DE DISPOSIÇÃO FINAL DO CULTIVO DE FORRAGEIRA



CHEMICAL AND PHYSICO-CHEMICAL CHANGES WITH SUCCESSIVE APPLICATIONS OF RAW DOMESTIC SEWAGE AS A FINAL DISPOSAL ALTERNATIVE OF FORAGE CULTIVATION

COSTA, Maria Teresa Menezes^{1*}; MARQUES, Marcus Vinícius Araújo²; MATOS, Antonio Teixeira³; SILVÉRIO, Thiago Henrique Ribeiro⁴; PENIDO, Débora Luiza Andrade⁵;

^{1,2,3,4,5} Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte – MG, Brasil
(fone: +55 31 3409 1880; fax: +55 31 3409 1879)

* Autor correspondente
e-mail: mariamcosta@ufmg.br

Received 08 September 2017; accepted 09 September 2017

RESUMO

Considerando os significativos gastos com fertilização e irrigação agrícola, o uso de águas residuárias na fertirrigação tem sido estudado como alternativa, pois pode suprir parte da demanda hídrica e disponibilizar nutrientes para as plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças nos teores dos nutrientes/poluentes do solo, com aplicações sucessivas de Esgoto Doméstico Bruto. Foram implantados dois tratamentos, sendo uma deles sem alternância e outra com alternância no sentido do escoamento. Foram feitas análises químicas e físico-química de solo na camada superficial em amostras coletadas após 10 e 26 semanas do início de aplicação. De acordo com os resultados obtidos, houve aumento no teor de Nitrogênio Total, de Sódio disponível e nos valores da condutividade elétrica, mas diminuição nos teores de Potássio, de Matéria Orgânica e no valor de pH. Embora os teores de Nitrogênio Total tenham aumentado, permaneceram abaixo do limite considerado de risco. A redução de Potássio pode ser explicada pela sua alta mobilidade no solo e pela absorção das plantas. Já a redução no teor de Matéria Orgânica e no valor de pH deve-se ao efeito do fornecimento de nutrientes, que favoreceu a degradação da Matéria Orgânica nativa do solo.

Palavras-chave: *fertirrigação, efluente doméstico, aproveitamento agrícola.*

ABSTRACT

Considering the significant expenses with fertilizer and irrigation, the use of wastewater in fertirrigation has been studied as an alternative, since it can supply part of the water demand and provide nutrients to the plants. The objective of this work was to evaluate the changes in soil nutrient/pollutant contents, with successive applications of Domestic Sewage. Two treatments were implanted, one of them without alternation and another with alternation in the direction of the flow. Chemical and physicochemical analyzes of soil in the superficial layer were made in samples collected after 10 and 26 weeks from the beginning of application. According to the results, there was an increase in the Total Nitrogen, Sodium content available and in the electrical conductivity values, but a decrease in Potassium, Organic Matter and pH values. Although Total Nitrogen levels increased, they remained below the limit of risk. Potassium reduction can be explained by the high mobility in the soil and the absorption of plants. However, the reduction in the content of organic matter and in the pH value is due to the effect of the nutrient supply, which favored the degradation of the native organic matter of the soil.

Keywords: *fertigation, domestic effluent, agricultural use.*

INTRODUÇÃO

A utilização de esgoto doméstico bruto (EDB) pode ser fonte de nutrientes para as plantas, possibilitando redução na aplicação de adubos minerais em cultivos agrícolas (KIHILA *et al.*, 2014), além de suprir parte da necessidade hídrica das plantas.

As vantagens do aproveitamento do EDB também estão fundamentadas na certeza de sua disponibilidade durante todo o ano, principalmente em cidades contempladas com rede de esgotamento sanitário, e na redução dos custos de seu tratamento (MOYO *et al.*, 2015).

Em termos de conteúdo de nutrientes para as plantas, o esgoto doméstico possui, em média, 45 mg L⁻¹ de nitrogênio, 7 mg L⁻¹ de fósforo, 158 mg L⁻¹ de potássio, 53 mg L⁻¹ de cálcio, 42 mg L⁻¹ de magnésio (VON SPERLING, 2014; THAPLIYAL *et al.*, 2011). Isso demonstra o potencial de utilização dessa água residuária na fertilização de solos agrícolas, uma vez que esses nutrientes são essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Contudo, a sodificação do solo e, ou, das águas subterrâneas torna-se um risco real associado à aplicação de EDB na fertirrigação de culturas agrícolas, uma vez que o sódio encontra-se em concentração relativamente alta (comumente acima de 60 mg L⁻¹) no EDB e seu acúmulo no solo e/ou contaminação de águas subterrâneas poderá ocorrer se doses acima das recomendadas forem aplicadas (BLUM *et al.*, 2012; FONSECA *et al.*, 2005; LEAL *et al.*, 2009). Sendo assim, estudos demonstram que a dose de aplicação de EDB tem que ser controlada, sendo baseada na quantidade de sódio, em que a dose estabelecida para aplicação é de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Na, para que esse elemento químico não seja aplicado em excesso no solo (MATOS e MATOS, 2017).

Para que a prática da fertirrigação utilizando EDB seja sustentável, torna-se necessário que se avalie possíveis alterações nas características químicas e físicas do solo (RUSAN *et al.*, 2007; URBANO *et al.*, 2017), uma vez que estas alterações podem ser resultantes da dose aplicada, da frequência de aplicação e da demanda nutricional da planta cultivada.

A aplicação de água por sulcos no solo, mesmo sendo considerado o método mais rudimentar de irrigação de culturas agrícolas,

apresenta-se entres os mais apropriados quando se trata de águas residuárias brutas, por apresentarem baixo risco de obstrução dos emissores pelos agentes químicos, físicos e biológicos, se comparada com a aplicação feita de forma localizada (ALUM *et al.*, 2011; BATISTA *et al.*, 2014; YAN *et al.*, 2009), e de maior segurança sanitária, sem que haja a contaminação das plantas e dos operadores do sistema, se comparada com a aplicação por aspersão (AZEVEDO e SAAD, 2005).

O grande desafio na aplicação de águas residuárias por sulcos está na má distribuição dos nutrientes e da água no solo, quando a gestão da fertirrigação por sulcos é otimizada, seu desempenho pode ser melhorado consideravelmente (PEREA *et al.*, 2010; ŠIMÚNEK *et al.*, 2016).

Neste contexto, trabalhos que elucidem formas de aplicação do esgoto doméstico de modo que se possibilite uma distribuição mais homogênea dos nutrientes no solo, sem contudo, causar impactos ambientais inaceitáveis, são urgentes e essenciais para viabilizar a alternativa de tratamento/disposição final dessas águas residuárias com fins de aproveitamento agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área disponibilizada na Estação de Tratamento de Esgoto da COPASA (ETE - Onça), localizada junto ao Ribeirão do Onça, no município de Santa Luzia - MG, próximo a Belo Horizonte - MG, Brasil, nas coordenadas geográficas 19°49'20,6" Sul e 43°53'46,6" Oeste.

Antes do início do experimento, foi feita a caracterização física, química e físico-hídrica de amostras de solo coletadas nas profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm, no local onde foi instalado o experimento, como mostrado na Tabela 1.

Utilizando as metodologias descritas pela EMBRAPA (1999) e Matos (2012), foram feitas análises químicas (teores disponíveis de Na, P e K, de NT e de MO e valor de pH), e físico-química (CE) do solo, na camada superficial (0 - 20 cm), em amostras coletadas após 10 e 26 semanas do início de aplicação EDB, 1ª e 2ª coleta, respectivamente. Resultados que são objetivos de discussão neste trabalho.

A fertirrigação com o esgoto doméstico

bruto (EDB) na área de cultivo do capim-elefante foi efetuada por meio do método superficial, mais precisamente, sulcos. Para isso, o terreno foi previamente sistematizado, ou seja, com base em levantamento topográfico do local, teve sua superfície aplainada (BERNARDO *et al.*, 2008). Os sulcos foram construídos após a sistematização da área com formato de trapezoidal, tendo profundidade de 0,20 m, largura de 0,30 m e espaçamento de 0,60 m. Os sulcos foram construídos sem declividade de fundo, ou seja, em nível.

Seguindo-se as instruções estabelecidas em EMBRAPA (2015), o plantio de capim-elefante foi efetuada por meio de mudas, optando-se por efetuar o plantio no espaçamento de 0,6 m entre linhas. Desta forma, foi construído um sulco entre cada linha de cultivo.

Cada parcela experimental foi constituída por três sulcos fechados e quatro linhas de cultivo, sendo os sulcos e as plantas laterais considerados bordaduras. Os sulcos foram construídos com 40 m de extensão, o que proporcionou uma área de cultivo total de 72 m² por parcela experimental.

A água residuária utilizada no experimento foi constituída pelo esgoto bruto, submetido apenas a um gradeamento (EDB), cuja caracterização foi feita, em termos de seus atributos físicos, químicos e bioquímicos apresentada na Tabela 2. Os métodos utilizados nas análises estão apresentados *Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater* (APHA, 2005) e em Matos (2015).

Para atendimento dos objetivos deste experimento, os tratamentos foram: PFS - parcela experimental receptora de EDB sem alternância no sentido de escoamento e PFC - parcela experimental receptora de EDB com alternância no sentido de escoamento, sendo que as duas parcelas tinham as necessidades hídricas das plantas completadas com água da mesma rede.

Com base na caracterização apresentada na Tabela 2, calculou-se a lâmina a ser aplicada na cultura do capim-elefante, a qual ficou estabelecida pela aplicação de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Na, via EDB, tal como sugerido por Matos e Matos (2017), para que esse elemento químico não seja aplicado em excesso no solo.

O manejo da irrigação foi estabelecido com base na evapotranspiração da cultura (ETc).

A ETc foi calculada conforme apresentado por Doorenbos e Pruitt (1977), que utiliza a evapotranspiração de referência (ET_o), estimada de acordo com o método de Thornthwaite (1948), disponibilizado pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia); e utilizando um coeficiente de cultura (K_c) que leva em consideração a cultura instalada e seus estágios de desenvolvimento (DOORENBOS e KASSAM, 1994). A temperatura média (°C), a umidade relativa do ar média (%), a precipitação acumulada (mm) e a irrigação total necessária por semana (mm) estão apresentadas na Tabela 3.

Como forma operacionalmente mais adequada do sistema, optou-se por efetuar a aplicação de água da rede de abastecimento na área considerando-se um turno de rega de 7 dias, ou seja, a irrigação e a fertirrigação foram aplicadas semanalmente. A aplicação de EDB foi realizada por 26 semanas (pouco mais de 6 meses), período compreendido entre o plantio e o segundo corte da forrageira, iniciado em junho (inverno) e terminado em dezembro (verão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Tabela 4 está apresentado o teste de médias para comparação entre teores de nutrientes/poluentes e outras variáveis do solo, obtidos de acordo com cada tratamento, relativos à 10^a e 26^a semanas de aplicação do EDB nos sulcos.

Verifica-se na Tabela 4 que não houve alteração significativas nessas variáveis à exceção no que se refere ao teor disponível de Na, no solo. O aumento no teor disponível de Na nas amostras de solo coletadas às 26 semanas de cultivo do capim-elefante, deve-se ao maior aporte deste elemento químico ao sistema, via EDB, uma vez que este não é considerado nutriente para as plantas, o mesmo não é absorvido por elas tendendo a se acumular no sistema. Sendo assim, confirma-se a necessidade de preocupação com o acúmulo desse elemento químico no solo receptor de esgoto doméstico, tratado ou não.

Leal *et al.* (2009), ao aplicarem esgoto doméstico tratado por lagoas anaeróbias seguido de lagoas facultativas, visando suprir a demanda hídrica da cana-de-açúcar, encontraram teores disponíveis na ordem de 108 mg dm⁻³ de Na no solo, valor maior que o encontrado neste

experimento.

Embora não significativo, houve aumento nos teores de NT da 10^a para 26^a semana de cultivo do capim-elefante. Os teores de NT podem variar de 0,06 a 0,56 dag kg⁻¹, ou seja, de 600 a 5.600 mg kg⁻¹, na camada superficial de solos cultivados, podendo ser menor que 0,02 dag kg⁻¹ (200 mg kg⁻¹) no subsolo (MATOS, 2012). Sendo assim, os resultados apresentados indicam que, no solo estudado, os teores de NT estão baixos e que a dose aplicada via EDB estão proporcionando o ideal em termos de disponibilidade para plantas, sem que cause excesso desse nutriente no solo.

Os teores disponíveis de P, obtidos neste trabalho, variaram de 15,0 e 16,2 mg dm⁻³ (Tabela 4), enquanto Duarte *et al.* (2008), na fertirrigação com esgoto doméstico tratado por diferentes métodos, aplicado com o intuito de suprir 100% da demanda hídrica da cultura do pimentão, encontraram teores na faixa de 150 a 230 mg dm⁻³. Os teores médios de 41,9 e 38,1 mg dm⁻³ de K disponível, também são inferiores aos encontrados por Duarte *et al.* (2008), que foram de 840 a 1.080 mg dm⁻³.

Rusan *et al.* (2007), após um período de 10 anos na fertirrigação de culturas agrícolas utilizando esgoto doméstico, observaram aumento significativo no teor de N no solo, que passou de 600 para 900 mg dm⁻³, e de P, que passou de 15 para 45 mg dm⁻³, do 2^o para o 10^o ano de aplicação, respectivamente.

Na Tabela 5, estão apresentadas as comparações das médias dos teores de MO e das variáveis CE e do pH, obtidas em amostras de solo coletadas às 10 e 26 semanas de cultivo do capim-elefante.

O valor de CE no solo submetido ao tratamento PFS aumentou da 10^a para a 26^a semana de cultivo do capim-elefante, resultado esperado pela quantidade de sais aportados ao solo via EDB, entretanto, a mesma diferença não foi observada no PFC. Acredita-se que esse já seja um início na diferenciação na distribuição dos constituintes do EDB no solo, proporcionadas pela sua aplicação alternada no início e final dos sulcos. Outro fato da CE do solo não ter se alterado, pode-se atribuir à intensiva ocorrência de chuvas no período anterior e próximo ao da coleta das amostras de solo (TABELA 3). Sais detectáveis na CE são muito

móveis, razão pela qual essa variável é fortemente dependente da ocorrência de chuvas.

O pH do solo começou a apresentar sinais de abaixamento, da 10^a para 26^a semanas de cultivo do capim-elefante, possivelmente decorrente dos processos de nitrificação no meio. Acredita-se que a sua tendência é de equilíbrio no solo receptor de EDB, conforme verificado por diversos autores (BLUM *et al.*, 2012; AL-SHDIEFAT *et al.*, 2010).

A variação proporcionada pela aplicação de esgoto doméstico no pH do solo pode ser grande, sendo reportados em alguns casos a acidificação e em outros, a alcalinização do meio (BLUM *et al.*, 2012). Matos (2014) atribui essa dupla possibilidade ao tempo decorrido após a aplicação da matéria orgânica no solo, ocorrendo acidificação em aplicações recentes e alcalinização nas mais remotas.

Embora não tenham sido significativos, verificou-se tendência dos teores de MO no solo apresentarem redução. Isso se deve à baixa capacidade do EDB em incrementar a MO do solo e ao fato do estímulo que os nutrientes aportados ao solo, via EDB, trazem à mineralização do material orgânico pré-existente no solo (efeito priming), conforme comentado por Paula *et al.* (2013).

Rusan *et al.* (2007) observaram que a MO do solo só passou a ser incrementada a partir de 2 anos de aplicação de esgoto doméstico tratado, enquanto Thapliyal *et al.* (2011) observaram aumentos mais rápidos, tendo sido observado aumentos consideráveis com apenas 6 meses de aplicação de EDB. Torna-se importante ressaltar que o acúmulo de MO no solo depende da carga aplicada.

CONCLUSÕES:

Houve aumento no teor de NT e disponível de Na e nos valores da condutividade elétrica (CE), mas diminuição no teor disponível de K, no teor de MO e no valor de pH.

Embora os teores de NT tenham apresentado tendência de aumento, permaneceram abaixo do limite considerado de risco, em termos de contaminação das águas subterrâneas. Os teores disponíveis dos outros nutrientes/poluentes avaliados, nas lâminas de

aplicação de EDB, não indicam, até o momento, perda de qualidade do solo.

AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de expressar seus agradecimentos pelo apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio logístico e concessão da área experimental da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Ao Departamento Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA-UFMG).

REFERÊNCIAS:

1. AL-SHDIEFAT, S.; AYOUB, S.; JAMJOUM, K. *Jordan J. Agric. Sci.* 2010, 5, 14.
2. ALUM, A.; ENRIQUEZ, C.; GERBA, C. P. *Food Environ. Virol.* 2011, 3, 85.
3. *Am. Public Health Assoc.* 2005, 21, 1220.
4. AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C. XV Cong. Bras. Oleric. 2005, 14, 4.
5. BATISTA, R. O.; BATISTA, R. O.; FIA, R.; SILVA, D. F. *Bol. Tec. Ed. UFLA.* 2014, 31.
6. BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Man. Irrig.* 2008, 8, 625.
7. BLUM, J.; HERPIN, U.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R. *Agric. Water Manage.* 2012, 115, 216.
8. DOORENBOS, J.; KANSSAM, A. H. Tradução de: GHEYI, H. R.; SOUZA, A. A.; DAMASCO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. *FAO: Irrig. Dren.* 1994, 33, 306.
9. DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. *FAO: Irrig. Drain. Pap.* 1977, 24, 179.
10. DUARTE, A. S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T. M. *Rev. Bras. Eng. Ag. Amb.* 2008, 12, 310.
11. *Emp. Bras. Pesq. Agrop.* 2015, 4, 75.
12. *Emp. Bras. Pesq. Agrop.* 1999, 370.
13. FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2005, 36, 14.
14. KIHILA, J.; MTEI, K. M.; NJAU, K. N. *Phys. Chem. Earth.* 2014, 72, 110.
15. LEAL, R. M. P.; HERPIN, U.; FONSECA, A. F. da; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J. *Agric. Water Manage.* 2009, 96, 316.
16. MATOS, A. T. D. E. *Qualidade do meio físico ambiental: práticas de laboratório.* 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.
17. MATOS, A. T. *Manual de análises de resíduos sólidos e águas residuárias.* 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.
18. MATOS, A. T. *Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos.* 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.
19. MATOS, A. T.; MATOS, M. P. *Disposição de águas residuárias no solo e sistemas alagados construídos.* 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.
20. MOYO, L. G.; VUSHE, A.; JANUARY, M. A.; MASHAURI, D. A. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 2015, 199, 120.
21. PAULA, J. R.; MATOS, A. T.; MATOS, M. P.; PEREIRA, M. dos S.; ANDRADE, C. A. *Rev. Bras. Cienc. Solo.* 2013, 37, 1741.
22. PEREA, H.; STRELKOFF, T. S.; ADAMSEN, F. J.; HUNSAKER, D. J.; CLEMMENS, A. J. *J. Irrig. Drain. Eng.* 2010, 136, 375.
23. RUSAN, M. J. M.; HINNAWIB, S.; ROUSAN, L. *Desalination.* 2007, 215, 152.
24. ŠIMŮNEK, J.; BRISTOW, K. L.; HELALIA, S. A.; SIYAL, A. A. *Irrig. Sci.* 2016, 34, 69.
25. THAPLIYAL, A.; VASUDEVAN, P.; DASTIDAR, M. G.; TANDON, M.; SEN, P. K.; MISHRA, S. J. *Sci. Ind. Res.* 2011, 70, 621.
26. THORNTHWAITE, C. W. *Geog. Rev.* 1948, 38, 94.
27. URBANO, V. R.; MENDONÇA, T. G.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. *Agric. Water Manage.* 2017, 181, 2017.
28. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* Belo Horizonte. 4ª ed, 2014.
29. YAN, D.; BAI, Z.; ROWAN, M.; GU, L.; SHUMEI, R.; YANG, P. *J. Environ. Sci.* 2009, 21, 841.

Tabela 1. Resultados das análises químicas, físicas e físico-hídricas em amostras do solo da área experimental, coletados nas camadas de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm.

Prof (cm)	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	MO g kg^{-1}	NT ---- mg dm^{-3} ----	P	K
0 - 20	7	93	6,34	0,48	2,6	54
20 - 40	7,3	106	3,81	0,36	4	63
40 - 60	7,4	92	3,81	0,36	5,7	67
Prof (cm)	Na	Zn	Cu	Ca	Mg	
	----- mg dm^{-3} -----					
0 - 20	48	21	30	1575	253	
20 - 40	190	25	19	1872	252	
40 - 60	41	21	17	1979	245	
Prof (cm)	Al _{troc}	H+Al	CTC _{Ef}	CTC _{Pot}	V	m
	----- $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ -----				-- % --	
0 - 20	1	7,5	104	111	93	1
20 - 40	1	3	147	149	98	1
40 - 60	1	3	124	126	98	1
Prof (cm)	ρ_s $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	U kg kg^{-1}	areia	silte	argila	
	----- % -----					
0 - 20	1,26	0,19 ¹	46,1	37	16,9	
20 - 40	-	0,17 ²	-	-	-	
40 - 60	-	0,07 ³	-	-	-	

Em que: CE - condutividade elétrica medida na suspensão solo:água 1:2,5; H+Al - acidez potencial; V- saturação por bases; m - saturação por alumínio; ρ_s - massa específica global do solo; ^{1,2,3} quantificada sob tensão de 0,1, 0,3 e 15 bar apenas para camada de 0-20 cm, respectivamente.

Tabela 2. Características médias do esgoto doméstico bruto.

	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	ST	SFT	SVT
			----- mg L^{-1} -----		
Média	7,7	1523	998	544	454
Mediana	7,7	1543	992	542	453
		DBO	DQO	NTK	P
		----- mg L^{-1} -----			
Média		433	760	136,7	19,9
Mediana		435	718	128,6	19,2
	K	Na	Al	Mn	Fe
		----- mg L^{-1} -----			
Média	40,6	79,5	4,2	1,10	3,3
Mediana	43,0	83,7	3,0	0,14	3,5
		Zn	Ca	Mg	Cu
		----- mg L^{-1} -----			
Média		0,35	21,3	6,4	< 0,05
Mediana		0,28	20,9	5,9	< 0,05

Tabela 3. Temperatura média mensal, umidade relativa média mensal, precipitação acumulada mensal e irrigação total necessária em cada semana de cultivo do capim-elefante.

Mês	T_{média} (°C)	UR_{média} (%)	P (mm)	ITN_{semanal} (mm)
junho	18	59	0	29
julho	20	53	0	28
agosto	21	49	9	33
setembro	23	49	56	42
outubro	24	53	31	48
novembro	22	63	248	48
dezembro	23	63	304	52

Tabela 4. Comparação dos teores disponíveis médios dos macronutrientes (NT, P e K) e do Na, em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, nas parcelas experimentais submetidas à aplicação de EDB dos períodos amostrados com 10 (1ª coleta) e 26 (2ª coleta) semanas de cultivos.

Tratamentos	NT		Na	
	1ª	2ª	1ª	2ª
	- mg kg ⁻¹ -		- mg dm ⁻³ -	
PFS	324a	392a	19,6a	22,8a
PFC	289a	383a	18,7a	26,0b
Tratamentos	P		K	
	1ª	2ª	1ª	2ª
	----- mg dm ⁻³ -----			
PFS	16,2a	15,5a	41,9a	35,9a
PFC	15,0a	16,0a	38,1a	38,2a

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste t de Student, em nível de 5% de significância, entre a 1ª e 2ª coleta de solo.

Tabela 5. Comparação dos teores de MO, da CE e do pH, em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, nas parcelas experimentais submetidas à aplicação de EDB, dos períodos amostrados com 10 e 26 semanas de cultivos, 1ª e 2ª coleta, respectivamente.

Tratamentos	MO		CE		pH	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
	dag kg ⁻¹		µS cm ⁻¹			
PFS	2,2b	1,3a	45,4a	83,9b	7,4b	6,9a
PFC	1,9a	1,4a	52,6a	74,2a	7,4b	6,8a

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste t de Student, em nível de 5% de significância, entre a 1ª e 2ª coleta de solo.