

**UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE LAMAS CELULÓSICAS
E ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS NA CULTURA DO SORGO
EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
MINERAL DAS PLANTAS***

S. T. Campos, M. C. Horta-Monteiro, João Paulo Carneiro

Escola Superior Agrária – Quinta da Sr^a de Mércules – 6000 CASTELO BRANCO

RESUMO

Com o objectivo de avaliar a influência da aplicação de diferentes níveis de lamas celulósicas e/ou água residual, com e sem cloragem, foi efectuado, num solo Pg (pardo litólico não húmico de granito) ácido e pobre em matéria orgânica, um ensaio em vasos com a cultura do sorgo (*Sorghum vulgare* var. *sudanense piper* Hitsh), que decorreu na Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) entre 26 de Junho e 30 de Setembro de 1996.

Verificou-se que a água residual conduziu a aumentos significativos de produção, enquanto que a aplicação de lamas, para qualquer nível ensaiado (0, 30, 60 t ha⁻¹), não apresentou diferenças significativas. Relativamente à cloragem, verifica-se um efeito depressivo que, provavelmente, se deve ao aumento de absorção de sódio e cloretos, em detrimento de outros nutrientes essenciais às plantas. Parece, no entanto, que o tratamento referido tende a favorecer a absorção de ferro, cobre e zinco.

PALAVRAS-CHAVES: Água residual; Cloragem; Fertilidade do solo; Irrigação; Lamas celulósicas; Poluição; Sorgo (*Sorghum vulgare* var. *sudanense piper* Hitsh).

ABSTRACT

With the aim of evaluating the influence of the application of different levels of pulp mill sludge and/or wastewater, with and without chlorination, into an acid and poor in organic matter soil (cambisol), one trial in pots was carried out, at Escola Superior Agrária de Castelo Branco, from the 26th of June until the 30th of September 1996, using sorghum (*Sorghum vulgare* var. *sudanense piper* Hitsh).

* Comunicação apresentada na XIX Reunião de Primavera da SPPF. Castelo Branco, Maio de 1998.

It was found that the wastewater lead to significant increases of production, while the application of pulp mill sludge, for any assayed level (0, 30 and 60 t.ha⁻¹), did not present significant differences. Relatively to the chlorination, a depressive significant effects was found, probably due to the increase of sodium absorption and chlorides, in detriment of other essential nutrients to the plants. However, seemed increased the iron, copper and zinc absorption.

The application of these residues improvised the nutritional value of the plants: wastewaters increased nitrogen, phosphorous, magnesium, sodium, zinc and chlorides levels, while pulp mill sludge increased calcium and, in some cuts, iron, copper and zinc levels.

KEYWORDS: Chlorination; Irrigation; Pulp mill sludge; Pollution; Soil fertility; *Sorghum vulgare var. sudanense piper* Hitsh; Wastewater.

1 – INTRODUÇÃO

Os problemas inerentes às questões ambientais têm sido motivo de grandes debates a nível mundial, com a finalidade de encontrar soluções compatíveis com a necessidade de proteger os recursos naturais, garantindo simultaneamente uma qualidade de vida das populações.

A utilização de água residual pelo homem em irrigação desde há muito que é praticada, possibilitando um aproveitamento de um recurso, cada vez mais escasso, como factor de produção em agricultura, evitando-se deste modo a degradação dos meios hídricos naturais, tradicionalmente utilizados como receptores.

Também a produção de resíduos no sector da pasta de papel teve um crescimento acentuado, nomeadamente com a adopção de sistemas de tratamento de efluentes por partes das empresas produtoras, podendo o destino de tais resíduos passar igualmente pela sua utilização como fertilizante na agricultura. Na verdade, apresentando o nosso País solos predominantemente ácidos e pobres em matéria orgânica, a incorporação de lamas celulósicas ao solo será vantajosa, na medida em que se trata de um resíduo rico em matéria orgânica e cálcio, em combinações químicas de carácter básico.

É neste contexto que surge o presente trabalho, o qual tem como principal objectivo o estudo do efeito decorrente da utilização de lamas celulósicas como fertilizante e/ou águas residuais urbanas tratadas como água de rega sobre a produção e composição mineral da forragem (sorgo) produzida num solo litólico não húmico de granito.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Foi efectuado um ensaio em vasos com sorgo (*Sorghum vulgare* var. *sudanense piper* Hitsh), cultivado num solo litólico não húmico de granito, cujas características físico-químicas principais se apresentam na tabela 1.

TABELA 1 – Principais características do solo.

Características	Solo
Textura	franco-arenosa
CE (1:10 H ₂ O, mS cm ⁻¹)	50,3
MO (%)	0,72
pH (1:2,5 H ₂ O)	5,2
pH (1:2,5 KCl)	4,0
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	50
K ₂ O (mg kg ⁻¹)	150
Ca ²⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]	0,27
Mg ²⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]	0,19
K ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]	0,08
Na ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]	0,0003
CTC [cmol(+) kg ⁻¹]	2,8
V (%)	19,42
S [cmol(+) kg ⁻¹]	0,54
Cu [mg kg ⁻¹]	7,74
Fe [mg kg ⁻¹]	1,93
Zn (%)	0,016
Cl (mg 100g ⁻¹)	504,1

Dos valores apresentados verifica-se, em linhas gerais, que o solo utilizado no ensaio é ácido, tem um teor baixo em matéria orgânica (MO) e em fósforo "assimilável" e alto em potássio "assimilável"; apresenta uma capacidade de troca catiónica baixa e um grau de saturação em bases também baixo.

As lamas celulósicas utilizadas no ensaio são lamas obtidas pelo processo de tratamento primário instalado na unidade fabril de Portucel Vila Velha de Ródão. Os resultados analíticos desta lama encontram-se na tabela 2.

A água residual utilizada na rega foi água residual urbana sujeita a um tratamento de nível secundário pelo processo das lamas activadas e proveniente da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Castelo Branco. A caracterização analítica desta água apresenta-se na tabela 3.

TABELA 2 – Principais características das lamas celulósicas.

Características	Valores		
	Obtidos		Máximos
Humidade (105°C, %)	66,98		
C.E. (1:10 H ₂ O, mS cm ⁻¹)	0,21		
pH (1:2,5 H ₂ O)	7,9		
MO (%)	74		
N- NH ₄ ⁺ (%)	0,05		
N-NKjeldhal (%MS)	0,21		
P (%)	vest.		
C/N	200		
	a)	b)	
K (%)	0,26	0,20	
Ca (%)	5,86	2,45	
Mg (%)	0,24	0,14	
Na (%)	0,16	0,09	
Cu (mg kg ⁻¹)	14,00	9,34	1000 ^{c)}
Fe (%)	0,34	3,58	
Zn (mg kg ⁻¹)	91,60	77,44	2500 ^{c)}
Cl (mg 100g ⁻¹)	74,55		

a) Estes valores foram obtidos através de espectrofotometria de absorção atómica em chama, após mineralização das cinzas com HCl a 5 % (INRA- Bordeaux).

b) Estes valores foram obtidos através de espectrofotometria de absorção atómica em chama, pelo método de solubilização em água régia com sistema fechado (3), indicado pela Portaria n.º 177/96 (6).

c) Fonte: Portaria n.º 176/96 (5).

Atendendo às características do solo (tabela 1), das lamas celulósicas (tabela 2) e da água residual (tabela 3), assim como a resultados de ensaios anteriormente realizados, foram definidas doze modalidades, distribuídas por blocos casualizados com três repetições, em que L60, L30 e L0 correspondem à incorporação de sessenta, trinta e zero toneladas de lamas celulósicas por hectare, e A, AD, AR, ARD correspondem, respectivamente, a água da rede pública, água da rede pública desinfectada, água residual e água residual desinfectada.

A desinfecção da água foi efectuada com o objectivo de colocar a água residual com uma qualidade microbiológica adequada à rega de culturas sem restrição (7), e foi efectuada com hipoclorito de sódio de forma a obter-se, após 30 minutos de contacto, um teor de cloro residual livre de 3 mg l⁻¹.

Os vasos foram cheios com 6 kg de terra que foi seca ao ar e crivada por um crivo de malha de 5 mm.

Com base nos dados analíticos do solo e da lama e, de forma a evitar, logo à partida, a ocorrência de factores limitantes ao normal desenvolvimento das plantas, efectuou-se uma adubação de fundo com 0,8 g de P₂O₅ e 0,5 g

de K_2O por vaso, sob a forma de dihidrogenofosfato de potássio. Imediatamente após a sementeira, efectuou-se uma adubação com 0,75 g de N por vaso, sob a forma de uma solução de nitrato de amónio. Também após a realização do primeiro corte se aplicou 0,36 g de N por vaso; como a resposta a esta fertilização não foi a esperada, procedeu-se a uma nova adubação de cobertura com 0,45 g de N.

TABELA 3 – Principais características da água residual.

Parâmetros	n	Média	s	$X_{\text{máx.}}$	$X_{\text{mín.}}$
ST (g l ⁻¹)	9	0,54	0,070	0,62	0,4
SVT (g l ⁻¹)	9	0,15	0,048	0,26	0,1
SST (g l ⁻¹)	9	0,03	0,001	0,05	0,02
CQO ^{a)}	9	152	75,76	275	50
BOD ₅ ^{a)}	9	11	2,77	15	7
CE (mS cm ⁻¹)	9	1,22	0,22	1,55	0,83
pH	9	7,7	0,14	7,9	7,4
Sulfatos ^{a)}	9	37,20	5,55	44,8	28,4
Bicarb. (meq l ⁻¹)	9	5,52	1,54	9,7	4,5
N- Org ^{a)}	9	1,17	0,87	3,56	0,56
N- NH ₄ ⁺ ^{a)}	9	25,8	11,73	45,92	7,84
N- NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ ^{a)}	9	1,15	0,21	1,4	0,84
N- total ^{a)}	9	28,12	11,97	47,88	9,8
P ^{a)}	9	0,19	0,0081	0,21	0,18
Ca ^{a)}	9	59,24	29,82	105,61	25,39
Mg ^{a)}	9	4,65	1,04	6,53	3,41
K ^{a)}	9	16,78	4,62	25,5	10,5
Na ^{a)}	9	116	14,91	140	90
Fe ^{a)}	9	0,52	0,024	0,55	Vest.
Cu ^{a)}	9	–	–	0,65	Vest.
Zn ^{a)}	9	2,48	2,14	5,62	Vest.
Cl ^{a)}	9	199,12	89,26	295,8	94,85
Adj R _{Na}	9	5,68	1,39	8,32	3,86

n – número de amostras colhidas ao longo do ensaio; s – desvio-padrão; $x_{\text{máx.}}$ – valor máximo obtido; $x_{\text{mín.}}$ – valor mínimo obtido.

^{a)} valores expressos em mg l⁻¹.

A sementeira realizou-se no dia 26 de Junho de 1996. Foi efectuada manualmente, tendo-se colocado 6 sementes vaso⁻¹, dispostas em linha com uma distância aproximada entre elas de 3 cm e a uma profundidade de 1 cm. Foram feitos três cortes às plantas, a 30 de Julho, a 27 de Agosto e o último corte a 30 de Setembro de 1996, quando estas apresentavam uma altura próxima dos 50 cm. A humidade do solo foi controlada através de um medidor de humidade do solo tipo "Bouyoucos", e a dotação de rega baseada nestas medições de forma a manter os vasos a 80% da capacidade de campo. A rega com água residual iniciou-se a 12 de Julho.

As determinações analíticas efectuadas ao solo, às águas residuais e às lamas celulósicas foram feitas de acordo com os métodos usados no Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária de Castelo Branco.

A análise estatística dos resultados foi efectuada no programa estatístico Statgraphics, versão 6.0, utilizando a análise múltipla de variância (ANOVA), seguida do teste LSD (Least Significant Difference) com um intervalo de confiança de 95%.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Produção de forragem

De acordo com a tabela 4, constata-se que as modalidades regadas com água residual apresentam uma produção significativamente superior, resultado que vem reforçar a ideia já existente sobre o bom valor fertilizante da água residual.

TABELA 4 – Valores médios da matéria seca (g) obtidos em cada corte e produção total de matéria seca (g).

Modalidades	1º corte	2º corte	3º corte	MS total
Lamas (L)				
L60 t ha ⁻¹	4,03 b	16,83	8,49	29,36
L30 t ha ⁻¹	4,81ab	16,48	8,66	29,94
L0 t ha ⁻¹	5,23a	16,14	9,00	30,38
Significância	**	ns	ns	ns
Água (A)				
Residual	4,61	17,75a	11,75a	34,11a
Rede	4,78	15,22 b	5,68 b	25,68 b
Significância	ns	***	***	***
Cloragem (C)				
Desinfectada	4,55	15,38 b	7,94 b	27,88
Não desinfectada	4,83	17,58a	9,49a	31,91
significância	ns	**	**	***
interacções/signif.				
L×A	ns	ns	**	*
L×C	ns	ns	ns	ns
A×C	ns	*	***	***
L×A×C	ns	ns	ns	ns

Nota: ns – P>0,05; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD de comparação de médias.

Em relação à evolução da matéria seca ao longo do ensaio, pode observar-se, pela mesma tabela, que, no primeiro corte, houve uma redução significativa da produção provocada pela aplicação ao solo de níveis crescentes de

lamas. Este resultado poder-se-á atribuir à elevada razão C/N que estas lamas apresentam, a qual poderá ser responsável por um abaixamento na disponibilidade em azoto para as plantas.

As modalidades regadas com água residual apresentam acréscimos de produção altamente significativos no segundo e terceiro cortes, facto que se atribui aos elementos nutritivos fornecidos à cultura.

No segundo e terceiro cortes as modalidades onde se efectuou desinfecção apresentam produções de matéria (MS) seca significativamente mais baixas.

3.2 – Composição mineral da forragem

3.2.1 – Azoto

Através da tabela 5, observa-se que as plantas das modalidades regadas com água residual apresentam teores em azoto significativamente superiores, nos três cortes, comparativamente às modalidades regadas com água da rede. Tal resultado seria já esperado, uma vez que as águas residuais são ricas neste elemento.

TABELA 5 – Teores médios de azoto Kjeldhal (%), fósforo (%) e potássio (%) obtidos na análise de plantas, em cada corte.

Modalidades	Azoto Kjeldhal			Fósforo			Potássio		
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte
Lamas (L)									
L60 t ha ⁻¹	2,43	1,51ab	1,05a	0,218	0,230 b	0,269ab	2,85 b	2,63a	2,01 b
L30 t ha ⁻¹	2,34	1,46 b	0,99ab	0,266	0,197 c	0,272a	2,92 b	2,32 b	2,26a
L0 t ha ⁻¹	2,51	1,57a	0,90 b	0,253	0,273a	0,259 b	3,42a	2,37 b	1,98 b
Significância	ns	*	*	ns	***	*	***	***	***
Água (A)									
Residual	2,55a	1,75a	1,08a	0,281a	0,262a	0,294a	3,16a	2,34 b	2,03 b
Rede	2,31 b	1,28 b	0,88 b	0,210 b	0,204 b	0,239 b	2,97 b	2,54a	2,14a
Significância	**	***	***	*	***	***	***	***	*
Cloragem (C)									
Desinfectada	2,48	1,55a	1,01	0,251	0,234	0,262 b	2,98 b	2,37 b	2,01 b
Não desinfectada	2,38	1,48 b	0,95	0,240	0,231	0,271a	3,14a	2,51a	2,16a
Significância	ns	*	ns	ns	ns	*	***	***	**
Interações/signif.									
L×A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns
L×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
A×C	ns	*	ns	ns	*	***	ns	***	***
L×A×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

Nota: ns – P>0,05; * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD de comparação de médias.

Relativamente ao efeito das lamas celulósicas, pode-se verificar, na tabela 5, que se observaram diferenças no segundo e terceiro cortes, verificando-se uma tendência para um aumento do teor em azoto das plantas, com a aplicação de níveis crescentes do resíduo. Ainda de acordo com a mesma tabela, pode-se constatar que, em relação ao terceiro corte, se está a obter um teor de azoto menos elevado nas modalidades onde a produção foi maior, facto que poderá dever-se a uma certa diluição do elemento em causa. Por outro lado, e como justificação do aumento do teor de azoto com o aumento do nível de lamas aplicado, nesta altura do ciclo das plantas não se poderá excluir, de todo, a possibilidade de ter já ocorrido alguma mineralização da matéria orgânica das lamas.

3.2.2 – Fósforo

Considerando ainda a tabela 5, observa-se que as plantas das modalidades regadas com água residual apresentam teores em fósforo significativamente superiores, nos três cortes, comparativamente às modalidades regadas com água da rede. Tal resultado era já esperado, atendendo à composição da água residual.

Os resultados apresentados (produção e teor em fósforo das plantas) mostram que a absorção de P pelas plantas diminui com o aumento do nível de lamas aplicado, sobretudo nos primeiros cortes, o que poderá ser devido à elevada razão C/P inicial deste resíduo.

3.2.3 – Potássio

Verificou-se, no primeiro corte, que nas modalidades em que se incorporaram lamas as plantas apresentaram teores mais baixos de potássio, provavelmente por nesta fase ter ocorrido algum antagonismo cálcio/potássio, consequência da maior riqueza das lamas no primeiro nutriente, o que terá originado uma menor absorção de potássio.

No segundo e terceiro cortes, as modalidades regadas com água residual apresentaram, igualmente, teores significativamente mais baixos. Admite-se que este facto se deva, fundamentalmente, ao efeito cumulativo do sódio no solo e, conseqüentemente, à sua absorção preferencial pelas plantas em relação ao elemento em causa, facto que também justificará os resultados apresentados relativamente à cloragem.

3.2.4 – Cálcio

Através da tabela 6 verifica-se que as plantas das modalidades onde se incorporaram lamas apresentam teores significativamente superiores de cálcio, relativamente às plantas das modalidades onde não se incorporou esse resí-

duo, facto que certamente estará relacionado com a sua composição. Na verdade, verifica-se que, nos três cortes, as modalidades L60 e L30, apresentaram teores em cálcio superiores à L0. Destinando-se a cultura em estudo à alimentação animal e, proporcionando a incorporação de lamas celulósicas no solo um aumento do teor de cálcio nas plantas, poder-se-á considerar estar perante um resíduo susceptível de contribuir, de forma eficaz, para evitar o aparecimento da doença designada por hipocalcemia.

TABELA 6 – Teores médios de cálcio (%), magnésio (%) e sódio (mg kg⁻¹) obtidos na análise de plantas, em cada corte.

Modalidades	Cálcio			Magnésio			Sódio		
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte
Lamas (L)									
L60 t ha ⁻¹	0,77a	0,56a	0,74a	0,25a	0,28 b	0,25 b	181,45a	716,44 b	2 835,53a
L30 t ha ⁻¹	0,72a	0,53 b	0,64 b	0,24a	0,30a	0,26a	133,63 b	890,94 b	2 115,44 b
L0 t ha ⁻¹	0,50 b	0,45 c	0,56 c	0,23 b	0,25 c	0,25 b	124,48 b	1 295,73a	2 709,04a
significância	***	***	***	***	***	**	***	***	**
Água (A)									
Residual	0,67	0,48 b	0,53 b	0,25a	0,30a	0,26a	236,74a	1 896,81a	5 054,63a
Rede	0,67	0,55a	0,76a	0,23 b	0,25 b	0,25 b	56,30 b	38,60 b	52,05 b
significância	n.s.	***	***	***	***	**	***	***	***
Cloragem (C)									
Desinfectada	0,67	0,53a	0,65	0,23 b	0,27	0,25 b	188,14a	1 458,46a	3 971,68a
Não desinfectada	0,67	0,49 b	0,64	0,25a	0,28	0,26a	104,89 b	476,94 b	1 134,99 b
significância	ns	***	ns	***	ns	*	***	***	**
interacções/signif.									
L×A	ns	ns	ns	**	**	***	ns	***	***
L×C	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	*	**
A×C	ns	ns	**	ns	**	***	***	***	***
L×A×C	*	ns	ns	*	*	ns	***	*	**

Nota: ns – P>0,05; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD de comparação de médias.

As modalidades regadas com água residual apresentaram, no segundo e terceiros cortes, teores de cálcio significativamente inferiores relativamente às modalidades regadas com água da rede, provavelmente devido à absorção preferencial de sódio, em detrimento de cálcio, por parte das plantas.

3.2.5 – Magnésio

A incorporação de lamas, no primeiro corte, teve um efeito positivo na absorção de magnésio. Já em relação ao segundo e terceiro cortes, observou-se que tal efeito se foi esbatendo, devido, provavelmente, à maior disponibilidade de cálcio que as lamas terão proporcionado.

Verifica-se, também, que as plantas das modalidades regadas com água residual apresentaram teores de magnésio significativamente superiores, possivelmente devido à composição destas águas.

O teor em magnésio da forragem assume particular interesse devido às necessidades que os animais têm neste elemento, podendo em situações de carência ocasionar a doença conhecida como "tetania dos pastos". Os teores apresentados pela forragem não serão susceptíveis de ocasionar essa carência nos animais.

3.2.6 – Sódio

A rega com água residual conduziu a um aumento do teor em sódio nas plantas, em todos os cortes. Visto as águas residuais serem ricas neste nutriente e, sendo a planta ensaiada uma gramínea, a qual tenderá, preferencialmente, a absorver iões monovalentes, como o sódio, tal resultado não será de surpreender.

Verifica-se ainda, através dos resultados apresentados na tabela 6, que as modalidades em que se efectuou cloragem apresentaram, nos três cortes, teores de sódio significativamente superiores às modalidades em que não se efectuou tal tratamento. Admite-se que este aumento se deve à composição do desinfectante utilizado (hipoclorito de sódio, NaClO).

3.2.7 – Ferro

Pode observar-se na tabela 7 que tanto as lamas celulósicas como as águas residuais contribuíram, no primeiro e segundo cortes, para um aumento do teor de ferro na planta, tendo acontecido o inverso no terceiro corte.

Em relação à cloragem, parece que a desinfecção tende a elevar os níveis de ferro na planta, à medida que se vão sucedendo os diversos cortes.

3.2.8 – Cobre

Em relação ao teor de cobre na planta, verificou-se uma tendência para a sua diminuição ao longo do ensaio, devendo-se tal facto, provavelmente, à ocorrência da formação de quelatos altamente estáveis com subs-

tâncias húmicas, que terão resultado da humificação das lamas celulósicas que possa ter já ocorrido até essa fase do ensaio. A cloragem foi responsável por diferenças significativas no segundo e terceiro cortes, tendo o acréscimo do teor em cobre na planta sido favorecido pela utilização de água desinfetada.

TABELA 7 – Teores médios de ferro (mg kg⁻¹), cobre (mg kg⁻¹) e zinco (%) obtidos na análise de plantas, em cada corte.

Modalidades	Ferro			Cobre			Zinco		
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte
Lamas (L)									
L60 t ha ⁻¹	110,43a	123,51a	74,56 c	2,89a	1,61ab	1,30 b	38,05 b	31,92a	30,58 b
L30 t ha ⁻¹	108,79a	104,98 b	84,54 b	1,99 b	1,70a	1,40 b	41,17 b	30,03 b	37,44a
L0 t ha ⁻¹	91,14 b	109,66 b	110,19a	1,22 c	1,49 b	2,37a	58,71a	32,40a	29,90 b
significância	***	***	***	***	ns	***	***	*	***
Água (A)									
Residual	107,23a	122,37a	74,74 b	1,82 b	1,97a	1,79	49,60a	34,92a	35,03a
Rede	99,67 b	103,06 b	104,79a	2,25a	1,23 b	1,58	42,35 b	27,98 b	30,25 b
significância	***	***	***	***	***	ns	***	***	***
Cloragem (C)									
Desinfetada	102,42	118,61a	99,16a	1,95	1,72a	1,97a	49,88a	31,52	32,00
Não desinfetada	104,49	106,82 b	80,37 b	2,12	1,48 b	1,41 b	42,08 b	31,38	33,27
Significância	ns	***	***	ns	**	**	***	ns	ns
Interações/signif.									
L×A	*	***	***	**	*	ns	ns	*	***
L×C	***	ns	*	***	***	**	ns	ns	ns
A×C	ns	**	ns	*	ns	ns	***	ns	ns
L×A×C	ns	***	**	**	***	*	**	**	ns

Nota: ns – P>0,05; * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD de comparação de médias.

3.2.9 – Zinco

Com a utilização de água residual, verificou-se que as plantas apresentaram teores de zinco significativamente superiores, nos três cortes, relativamente às modalidades regadas com água da rede. Pensa-se que este resultado se deve à composição da água residual, uma vez que, dentro dos microelementos analisados, o zinco é mais representativo.

3.2.10 – Cloretos

Através da tabela 8, pode observar-se que não se verificaram diferenças significativas no teor de cloretos nas plantas, devido à utilização de lamas celulósicas.

A rega com água residual conduziu a um aumento, altamente significativo, do teor em cloretos nas plantas, em todos os cortes, relativamente às modalidades regadas com água da rede, resultado que poderá ser atribuído à sua composição.

Como já foi referido, a desinfecção da água residual foi efectuada com hipoclorito de sódio, tendo-se, por isso, nas modalidades em que se considerou este tratamento, incorporado maior nível de cloretos. Deste modo, não será de estranhar ter-se verificado que a cloragem tenha provocado, no segundo e terceiro cortes, a obtenção de cloretos nas plantas correspondentes às modalidades em que não se considerou tal tratamento.

TABELA 8 – Teores médios de cloretos (mg 100g⁻¹) obtidos na análise de plantas, em cada corte.

Modalidades	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte
Lamas (L)			
L60 tha ⁻¹	176,55	323,29	150,17
L30 tha ⁻¹	171,70	309,68	140,34
L0 tha ⁻¹	175,73	305,18	147,92
significância	ns	ns	ns
Água (A)			
Residual	194,86a	405,49a	189,96a
Rede	154,46 b	219,94 b	102,32 b
Significância	***	***	***
Cloragem (C)			
Desinfectada	167,88 b	347,90a	181,92a
Não desinfectada	181,44a	277,53 b	110,37 b
Significância	*	***	***
interacções/signif.			
L×A	ns	ns	ns
L×C	ns	ns	**
A×C	ns	**	***
L×A×C	ns	ns	ns

Nota: ns – P>0,05; * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD de comparação de médias.

4 – CONCLUSÕES

Verificou-se que a água residual conduziu a aumentos significativos da produção, enquanto que a aplicação de lamas, para qualquer nível ensaiado, não originou diferenças significativas.

Relativamente à cloragem, observou-se um efeito depressivo que, provavelmente, se terá ficado a dever ao aumento de absorção de sódio e cloretos, em detrimento de outros nutrientes. Parece, no entanto, que a cloragem tende a favorecer a absorção de ferro, cobre e zinco.

A aplicação destes resíduos melhorou o valor nutritivo das plantas:

- as águas residuais aumentaram os teores em azoto, fósforo, magnésio, sódio, zinco e cloretos;
- as lamas celulósicas aumentaram os teores em cálcio e, em alguns cortes, os teores de ferro, cobre e zinco, sem que estes micronutrientes apresentassem teores restritivos para a alimentação animal.

BIBLIOGRAFIA

- 1 – CAMPOS, S. T. – *Utilização Conjunta de Lamas Celulósicas e Águas Residuais Urbanas na Cultura do Sorgo (Sorghum vulgare var. sudanense piper Hitsh)*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso em Engenharia de Produção Agrícola. Castelo Branco, Escola Superior Agrária, 1998.
- 2 – CARNEIRO, J. P. B. – *Interesse Fertilizante da Aplicação Simultânea de Lamas Celulósicas e Estrume de Aviário*. Tese de Mestrado em Nutrição Vegetal, Fertilidade do Solo e Fertilização. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 1994.
- 3 – DIN 38 414, Deutch, Norm part 7, 1983 – *Standard methods for the examination of water, wastewater, sludge and sediments (Group 5). Digestion using Aqua Regia for subsequent determination of the acid-soluble portion of metals*.
- 4 – MONTEIRO, M. C. Horta – *Utilização de Água Residual Urbana na Cultura de Azevém (Lolium multiflorum Lam.)*. Tese de Mestrado em Nutrição Vegetal, Fertilidade do Solo e Fertilização. Lisboa, Instituto Superior Agronomia, 1994.
- 5 – *Portaria n.º 176/96* – D.R., II Série, n.º 230 (96-10-03).
- 6 – *Portaria n.º 177/96* – D.R., II Série, n.º 230 (96-10-03).
- 7 – WORLD HEALTH ORGANISATION – *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Geneve, Switzerland, WHO, 1989. (Report of WHO Scientific Group, World Techni 778).