



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

## MICRONUTRIENTE NA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA: CORREÇÃO DO SOLO COM ESCÓRIA SIDERÚRGICA

Lúcio Bastos Madeiros<sup>1</sup>, Andreia de Oliveira Vieira<sup>2</sup>, Boanerges Freire de Aquino<sup>3</sup>,  
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão<sup>4</sup>

### RESUMO

Os efeitos benéficos do uso da escória siderúrgica vem sendo pesquisado em diversas espécies, principalmente entre as gramíneas, como a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). O experimento foi instalado no campo, utilizando um dos solos mais representativos do estado de Alagoas em que se cultiva cana-de-açúcar, ARGISSOLO ACIZENTADO distrófico. A escória siderúrgica utilizada continha 11% de SiO<sub>2</sub> solúvel. Objetivou-se quantificar os micronutrientes da cana-de-açúcar e o pH do solo à aplicação de escória siderúrgica submetida a diferentes quantidades de águas no município de São Sebastião - AL. Foi utilizado o delineamento experimental em faixa em blocos casualizados, sendo cinco aplicações de escórias siderúrgicas (faixas) e cinco lâminas de água (subfaixas) com quatro repetições. As variáveis analisadas foram às concentrações de micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn) na folha. A aplicação de escória aumentou as concentrações foliares de Zn e as de Cu e Fe diminuíram. A concentração de Mn foliar, na interação de escória e lâmina, diminuiu na cana planta e primeira socaria, quando o fator foi escória dentro de lâminas. Quando o fator foi lâminas dentro de escórias, houve aumento da concentração deste elemento nos dois ciclos.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum* L. Quantidade de água. Escória siderúrgica.

### MICRONUTRIENTES IN THE SUGARCANE IRRIGATED: CORRECTION OF THE SOIL WITH SIDERURGICAL SLAG

### ABSTRACT

The beneficial effects of manuring with siderurgical slag has been researched in several species, mainly among grassy such as sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). The experiment was installed in the field, using one of the most representative sugarcane soils of Alagoas State, was cultivated in Dystrophic ARGISOL. The siderurgical slag source was containing 11% of soluble SiO<sub>2</sub>. The objective this research was quantify foliate micronutrients in the sugarcane and pH of soil due siderurgical slag application submitted the different irrigation water in São Sebastião city. For such the design was band of randomized blocks, with five doses of siderurgical slags (band) and five water (sub band) and four repetitions. The analyzed variables were the micronutrients concentrations (Zn, Cu, Fe and Mn) in the leaf. The slag application increased the concentrations significantly foliate of Zn while concentrations of Cu and Fe decreased. The foliate concentration of Mn, in the interaction of slag and irrigation water, it decreased in the cane plants and first it would beat, when the factor was slag inside of irrigation water however, when the factor was sheets inside of slag, there was increase of the concentration this element us of the cycles. The foliate concentration of Mn, due the interactive effect of slag and irrigation water, decreased in the first cut. However, when the factor was irrigation water inside of slag, there was increase of concentration of this in the two cycles.

**Key words:** *Saccharum officinarum* L. Amount of water. Siderurgical slag.

Trabalho recebido em 11/09/2009 e aceito para publicação em 27/11/2009.

<sup>1</sup> Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Maracaná. Fone: (98) 8148-9229. E-mail: lucioagron@gmail.com

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT), Campus Campo Novo do Parecis. Fone: (65) 9904-4962. E-mail: andreiaagronomia@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Dr. Universidade Federal do Ceará (UFC). CEP – 60021-970, Fortaleza, CE, E-mail: aquino@ufc.br

<sup>4</sup> Pesquisador EMBRAPA Algodão. E-mail: napoleão@cnpa.embrapa.br

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo da cana-de-açúcar tem origens desde o período de sua colonização. Segundo Veiga et al., (2006) a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil no período de 1970 a 2004, aumentou de forma significativa, variando de 46,23 t/ha na safra 1970/71 a 73,88 t/ha na safra 2004/05.

A produção total de açúcar em 2008 está estimada em 32,78 milhões de toneladas e representa um acréscimo em relação à safra passada de 4,81%. Para a produção de álcool os números indicam um volume de produção da ordem de 27,09 bilhões de litros, com um expressivo aumento na produção nacional de 17,73% (CONAB, 2008).

Segundo ANDA (1999) a cultura da cana está instalada em uma área de 4,9 milhões de hectares, consumindo-se 1,6 milhões de toneladas de fertilizantes, sendo a cultura na qual mais se aplica adubo por unidade de área

A irrigação na cana-de-açúcar, nos períodos de estiagens, se faz necessário na região Nordeste, pois essa cultura sofre grandes quedas de produtividade sob condições de estresse hídrico prolongado, no entanto, deve-se buscar formas de melhorar o aproveitamento da água irrigada. Neste sentido, adicionando-se as escórias siderúrgicas ao solo, a planta absorve o silício e o mesmo é depositado

com mais frequência nas regiões onde a água é perdida em grande quantidade, ou seja, na epiderme foliar junto às células-guarda dos estômatos e outra célula epidérmica. Esses depósitos de sílica nos tecidos foliares promovem a redução na taxa de transpiração (FARIA, 2000; KORNDÖRFER et al., 1999). Com isso, pode-se obter uma maior eficiência do uso da água e menores custos finais de energia.

Dentre os produtos como fonte de silício, a escória siderúrgica segundo Prado (2000) é o mais promissor e merece atenção no Brasil, pois a cada quatro toneladas de ferro-gusa produzidas no Brasil, é gerada, em média, uma tonelada de escória de alto forno. O aproveitamento das escórias siderúrgicas pode contribuir na correção e fertilização (PRADO; FERNANDES, 2001) do solo na agricultura devido ao seu alto teor de micronutrientes.

Segundo Louzada (1987), que algumas escórias, pelos seus altos teores de micronutrientes, poderiam substituir o FTE (micronutrientes aplicados na forma de óxidos silicatados), com a vantagem de liberar mais rapidamente o silício, além de exercer efeito de calagem no solo. Na faixa de pH que vai de 6,0 a 6,5, há uma maior disponibilidade dos macronutrientes e uma menor disponibilidade dos micronutrientes,

com exceção do molibdênio e do cloro. (MALAVOLTA et al., 1997).

Accioly et al. (2000) observaram que mesmo com a elevação do pH (em água) do solo, de 4,7 para 5,5 e 6,5, o resíduo siderúrgico foi efetivo no fornecimento de micronutrientes para a cultura do milho.

Objetivou-se neste trabalho, quantificar os micronutrientes da cana-de-açúcar e o pH do solo à aplicação de escória siderúrgica submetida a diferentes quantidades de água em condições de campo no município de São Sebastião - AL.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização, Caracterização do Experimento e Distribuição da Água

O experimento foi conduzido na Fazenda Paraíso - S.A., localizada no município de São Sebastião - AL. A área experimental apresenta coordenadas geográficas 09°56'01'' de latitude sul e 36°33'15'' de longitude Oeste, e uma altitude média de 155 m.

A área onde foi conduzido o experimento possui características de um ARGISSOLO ACIZENTADO distrófico (EMBRAPA, 2005). O preparo do solo foi de forma convencional (2 arações e 1 gradagem). As características físicas e químicas do solo antes da instalação do

experimento (Tabela 1) foram realizadas segundo metodologia da EMBRAPA (2005).

Utilizou-se a escória de siderúrgica (silicato de cálcio e magnésio), com a seguinte composição: SiO<sub>2</sub>, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; S-SO<sub>3</sub> e MnO com 23,0; 47,7; 0,42; 0,19; 11; 0,37 e 1,8 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e Mo, Ni, Cd, Pb, Cr e Zn com 0,4; 1,0; 0,05; 0,09; 0,5 e 0,13 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; pH = 9,8.

O experimento foi realizado em faixas constituídas de 20 fileiras espaçadas de 1,0 m, largura de 50 m e comprimento de 100,0 m, totalizando uma área experimental de 5.000 m<sup>2</sup>. Todas as faixas receberam adubação, após análise química do solo, de fundação e duas coberturas uma aos 45 e outra aos 60 dias após a emergência das plantas para a cana planta e para a soca apenas uma cobertura aos 30 dias após a emergência.

Todos os adubos e a escória foram distribuídos no solo de forma braçal. Para o plantio foram utilizados rebolos com quatro gemas cada. As limpas foram realizadas com aplicações de herbicidas e os demais tratamentos culturais obedeceram às práticas cotidianas adotadas pela própria fazenda.

**Tabela 1** – Atributos físicos e químicos do solo utilizado

<b>Atributos</b>	
Areia grossa, g kg <sup>-1</sup>	470
Areia fina, g kg <sup>-1</sup>	260
Silte, g kg <sup>-1</sup>	200
Argila, g kg <sup>-1</sup>	70
Classe Textural	Franco Arenosa
Densidade Global, g kg <sup>-1</sup>	1,40
Densidade Parcial, g kg <sup>-1</sup>	2,66
Grau de Floculação, g 100g <sup>-1</sup>	82
Umidade a 0,033 Mpa, g 100g <sup>-1</sup>	5,75
Umidade a 1,5 Mpa, g 100g <sup>-1</sup>	4,44
Água útil, g 100g <sup>-1</sup>	1,54
pH	5,2
CE, dS m <sup>-1</sup>	0,52
Cátions Trocáveis	
Ca <sup>+2</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	13,1
Mg <sup>+2</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	3,9
K <sup>+</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,5
Na <sup>+</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,8
H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	13,3
Al <sup>+3</sup> , mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,5
S, mg kg <sup>-1</sup>	88,37
S.B	18,4
CTC, mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	31,6
V, %	58,2
M.O., g kg <sup>-1</sup>	15,20
C, g kg <sup>-1</sup>	8,84
N total, g kg <sup>-1</sup>	0,76
P assimilável, mg kg <sup>-1</sup>	9,3
SiO <sub>2</sub> , g kg <sup>-1</sup>	12,0
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	2,73
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	6,8
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	73,5
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	6,5

A água utilizada para a irrigação havia baixa salinidade e baixa concentração de sódio, podendo ser usada para irrigação de todas as culturas e solos irrigáveis, com pouca probabilidade de ocasionar níveis altos de salinidade e sodificação e desta forma, a água utilizada na irrigação é classificada como uma  $C_1S_1$ .

A aplicação de água foi realizada por aspersão, utilizando-se o sistema de aspersores em linha (HANKS et al., 1976, e citado por GOMES FILHO; TAHIN, 2002). Os aspersores utilizados foram de duas e meia polegadas (DSF, 1999), deslocando-se este aspersor a cada dezoito metros com recobrimentos de 50% a cada deslocamento, para que se possam aplicar as lâminas nos tratamentos de irrigação pré-estabelecidos.

A localização das parcelas em sentido perpendicular à linha de aspersores permitiu a obtenção de diferentes lâminas de irrigação e conseqüentemente,  $RI = ET_c$ .

A localização das parcelas em sentido perpendicular à linha de aspersores permitiu a obtenção de diferentes lâminas de irrigação e conseqüentemente,  $RI = ET_c$ .

40,0 m. O aspersor usado foi do tipo ZE-30, provido de bocais com diâmetros internos de 14 x 5 mm, apresentando precipitação de 14,0; 9,5; 5,2; 2,3 e 0,0  $mm\ h^{-1}$  em média, determinados pelos pluviômetros instalados a cada dois metros e meio, a partir da linha de aspersores.

A quantidade de água foi realizada conforme o método de Christiansen e Hargreaves (1969) calculando-se o déficit hídrico (mm),

A precipitação efetiva foi estimada utilizando-se o método da razão entre a evapotranspiração de referência e a precipitação pluviométrica (DASTANE, 1978). Para essa estimativa considerou-se

$ET_o$  menor que  $6\ mm.dia^{-1}$  e solo de textura média.

A contribuição por ascensão capilar não foi levada em consideração. E para cada intervalo de tempo do ciclo da cana-de-açúcar, o requerimento de irrigação pôde ser determinado a partir da Equação 1:

$$RI = ET_c - Pe \quad [Eq. 01]$$

Em que:  $RI$  = requerimento de irrigação (mm);

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura (mm).

Vale destacar, no entanto, quando toda a água necessária ao desenvolvimento ótimo da cultura foi fornecida pela precipitação pluviométrica, a irrigação não foi requerida e o  $RI$  foi igual à zero ( $RI = 0$ ). No caso em que não houve precipitação durante determinado intervalo de tempo, toda a água foi fornecida pela irrigação e conseqüentemente,  $RI = ET_c$ .

O déficit hídrico foi calculado através da Equação 2:

$$DI = RI - LI \quad [Eq. 02]$$

Em que:

$DI$  = déficit hídrico (mm);

$RI$  = requerimento de irrigação

$LI$  = lâmina de irrigação (mm)

O balanço hídrico do experimento foi feito levando-se em consideração a quantidade de água total (precipitação efetiva mais lâmina líquida de irrigação

aplicada), evapotranspiração real e capacidade de água aproveitável no solo. A evapotranspiração real foi calculada pela Equação 3 abaixo:

$$ET_r = (0,90 * K_c * P_{med}) - P_e \quad [\text{Eq. 03}]$$

Em que:

$ET_r$  = Evapotranspiração real em mm;

$K_c$  = Coeficiente de cultivo, segundo Doorenbos & Kassan (1979) adaptado para período de 14 meses, por DSF (1999);

$P_{med}$  = Precipitação média

$P_e$  = Precipitação efetiva em mm nos meses de desenvolvimento da cultura.

O coeficiente da cana-de-açúcar ( $K_c$ ) depende do estágio de desenvolvimento, então utilizou - se os valores estabelecidos por Doorenbos & Pruitt (1975) para a cultura da cana-de-açúcar.

A quantidade de água aplicada em cada irrigação foi igual à precipitação necessária para a cana-de-açúcar menos precipitação efetiva, os valores aplicados foram iguais ou menores que as lâminas líquidas por tratamento, porque como na região, há uma precipitação média de 1139 mm por ano, distribuídos durante o ano (CUNHA; MILLO, 1984). A irrigação foi complementar, com turnos de irrigação a cada sete dias. As lâminas foram distribuídas em função do raio de alcance do aspersor. A colheita da cana crua foi feita manualmente.

## 2.2 Concentrações de nutrientes na folha

As amostras de folhas foram recolhidas no campo e, após a secagem em estufa por 72 horas, retiraram-se a nervura central e o restante, o limbo foliar, foi moído em moinho tipo Willey (peneira 2 mm) e utilizadas para a determinação do zinco (Zn); cobre (Cu); ferro (Fe) e manganês (Mn).

A análise destes elementos foi realizada com 0,5 g de amostra dos substratos que foram submetidos à digestão nitroperclórica (1:2), completando o volume para 50 ml e depois filtrado para obtenção do extrato, a partir do qual, determinou - se por espectrofotometria de absorção atômica os elementos Fe, Cu, Zn e Mn. (EMBRAPA, 2005).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn foliares da cana planta e soca variaram significativamente devido à aplicação de escórias, no entanto, à aplicação de diferentes lâminas apenas a concentração de Mn, na cana planta, e Cu, na cana soca, teve efeito significativo. Dos micronutrientes estudados, Zn, Fe e Mn, na cana planta, e apenas Zn e Mn, na cana soca, foram afetados pela ação conjunta de escórias versus lâminas (Tabela 2).

**Tabela 2** - Resumo das análises de variância das concentrações de micronutrientes na folha da cultivar RB92579 após o corte da cana planta e primeira soca, São Sebastião – AL, 2008

	Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
			Zn	Cu	Fe	Mn	
Cana planta	Blocos	3	117,009	1,635	4370,496	63,861	
	Escórias	4	306,044*	30,28**	10008,88**	1975,98**	
	Resíduo (a)	12	64,083	3,2327	1261,813	38,3955	
	Lâminas	4	4,0295 <sup>ns</sup>	1,118 <sup>ns</sup>	1337,151 <sup>ns</sup>	261,162**	
	Resíduo (b)	12	25,232	1,478	1283,585	42,397	
	Escórias x Lâminas	16	42,981**	0,726 <sup>ns</sup>	2629,819*	104,365**	
	Resíduo (c)	48	12,784	1,929	1429,989	41,336	
	Subfaixas	99					
	CV(a)			54,13	31,20	50,94	21,17
	CV(b)			33,96	21,10	51,38	22,24
	CV(c)			24,18	24,11	54,23	21,96
	Cana soca	Blocos	3	9886,897	2,295	2239,8986	32,944
		Escórias	4	135182,27**	45,15**	12980,85**	727,951**
Resíduo (a)		12	4981,433	2,263	2000,402	48,077	
Lâminas		4	1260,844 <sup>ns</sup>	1,285*	3332,522 <sup>ns</sup>	25,846 <sup>ns</sup>	
Resíduo (b)		12	1116,690	0,319	2622,2009	33,887	
Escórias x Lâminas		16	1639,170*	1,145 <sup>ns</sup>	2688,396 <sup>ns</sup>	63,693**	
Resíduo (c)		48	808,873	1,052	1481,162	22,612	
Subfaixas		99					
CV(a)				85,94	54,60	34,25	37,95
CV(b)				40,69	20,52	39,21	31,86
CV(c)				34,63	37,22	29,47	26,03

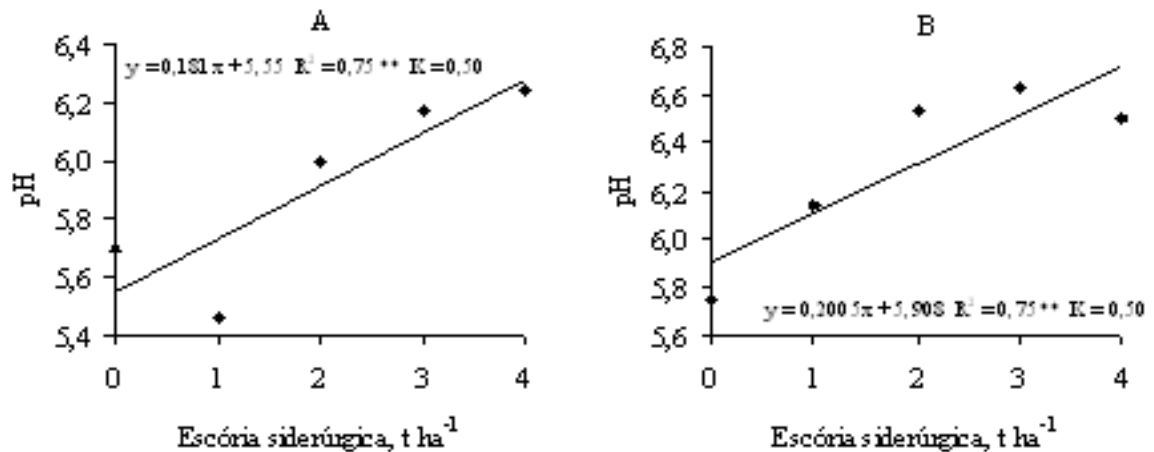
\*/\*\* f significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente. ns=não significativo. Escórias – cinco doses de escórias siderúrgicas (0; 1; 2; 3 e 4 t ha<sup>-1</sup>); Lâminas - cinco lâminas d'água (cana planta: 1226, 1235, 1247, 1264, 1282 mm; cana soca: 692, 735, 790, 872 e 958 mm)

O pH do solo incrementou, de forma linear, 0,181 e 0,201, após o corte da cana planta e soca, respectivamente, a cada aplicação de uma tonelada de escória no

solo. Desta forma, comparando-se as duas épocas, cada tonelada de escória depositado no solo resultou num aumento de 11% do pH a cada tonelada de escória

depositado no solo, ao nível de 1% de probabilidade (Figuras 1A e B). Estes mesmos resultados foram observados por Madeiros (2004) ao conduzir um trabalho

em casa de vegetação com a cultivar RB72454 de cana-de-açúcar cortada aos 90 dias após a germinação com aumento no pH também de forma linear.

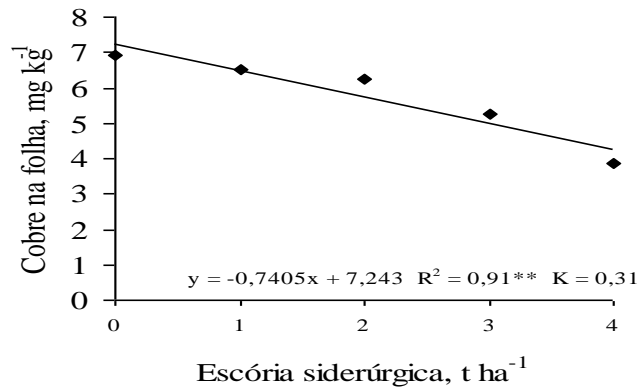


**Figura 1** - Potencial hidrogeniônico (pH), após os cortes da cana planta (A) e soca (B) em função das aplicações de escória no solo, São Sebastião – AL, 2008

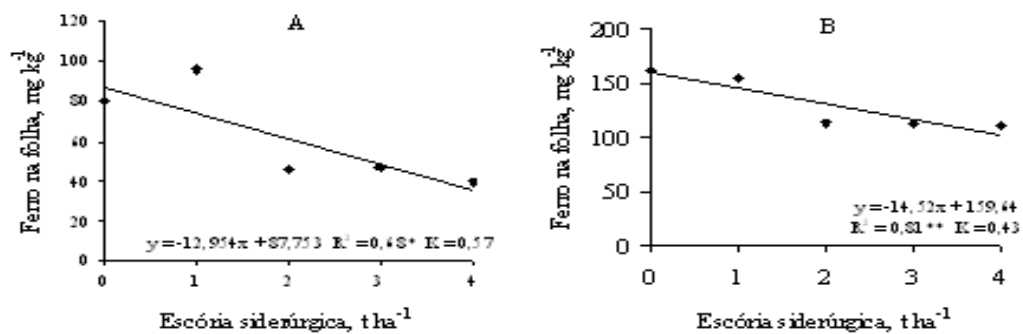
A aplicação de escória no solo resultou num decréscimo de 0,74 e 12,95 mg kg<sup>-1</sup> de cobre e ferro na folha da cana planta, a cada uma tonelada de escória aplicado no solo, significativo a 1 e 5% de probabilidade. No entanto, no segundo corte, apenas o elemento ferro se ajustou a um modelo estatístico linear e decrescente em 14,52 mg kg<sup>-1</sup> por tonelada de escória,

significativo a 1% de probabilidade, isto equivale a um decréscimo de 12% a mais da cana planta em relação à soca (Figuras 2, 3A e 3B). O aumento no pH, devido à presença desta escória, possivelmente promoveu menor disponibilidade de micronutrientes como o Fe e Cu na solução do solo. (RAMOS et al., 2006).





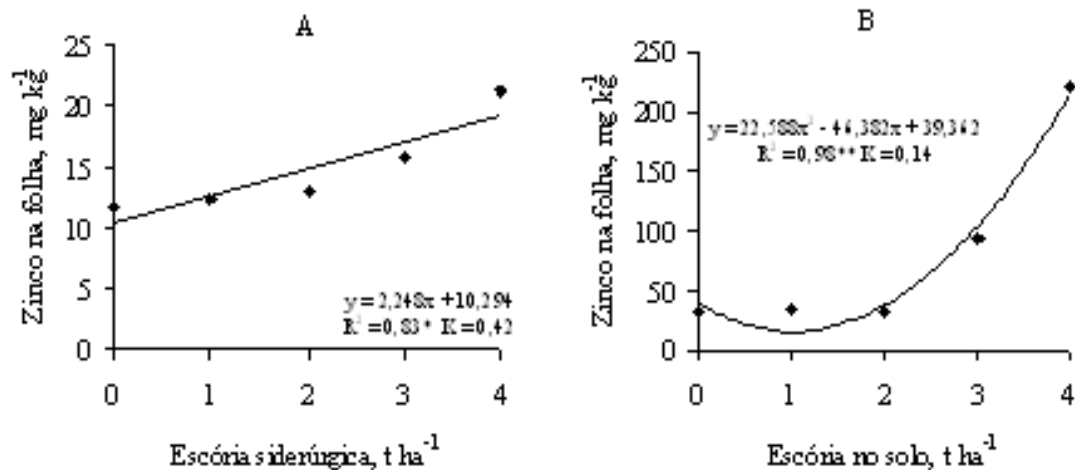
**Figura 2** - Cobre na folha em função das aplicações de escória no solo, após o corte da cana planta, São Sebastião – AL, 2008



**Figura 3** - Ferro na folha, após os cortes da cana planta (A) e soca (B) em função das aplicações de escória no solo, São Sebastião – AL, 2008

Conforme está ilustrado na Figura 4A, há aumento linear, significativo a 1% de probabilidade, de 2,25 mg kg<sup>-1</sup> de zinco na folha a cada acréscimo de uma tonelada de escória no solo, na cana planta. Com o segundo corte, o modelo que se ajustou foi quadrático significativo ao nível de 1% de probabilidade e, as maiores doses, 3 e 4 toneladas de escórias aplicadas no solo, resultaram em 103,51 e 215,24 mg kg<sup>-1</sup>,

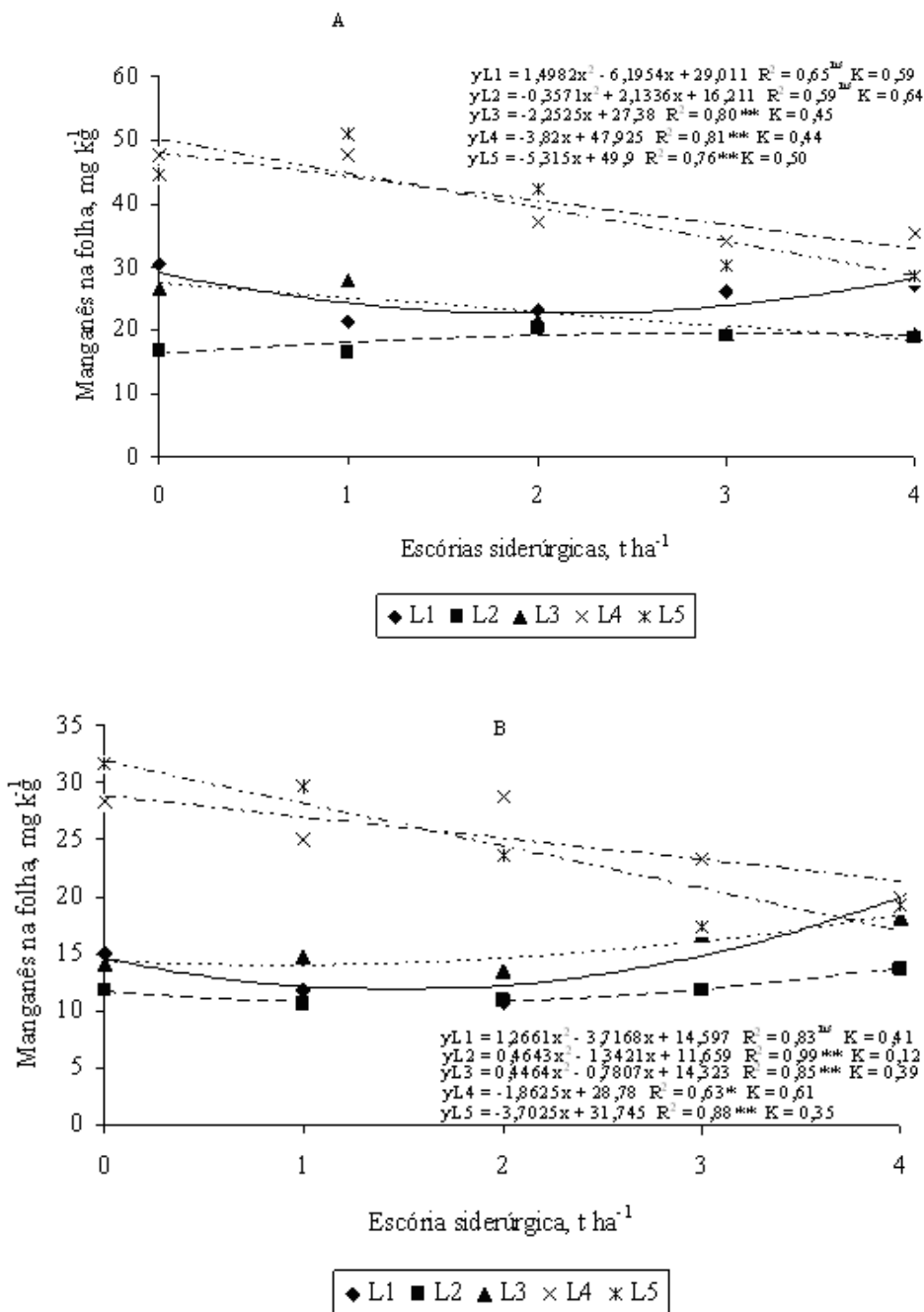
valores que podem ter promovido toxidez e conseqüentes distúrbios metabólicos no desenvolvimento da cana-de-açúcar (MALAVOLTA, 1992) desta forma, perdas no desenvolvimento e produção da cana (Figura 4B). Estas diferenças podem estar também relacionadas com as variações de eficiências de utilização e absorção desses micronutrientes pelas cultivares (EPSTEIN & BLOOM, 2006).



**Figura 4** - Zinco na folha em função de diferentes aplicações de escória no solo, dentro de cada lâmina de água, após o corte da cana planta (A) e soca (B), São Sebastião – AL, 2008.

Quantidades de manganês na folha, dentro de E3, E4 e E5, diminuiram de forma linear 2,25; 3,82 e 5,32 mg kg<sup>-1</sup>, após o primeiro corte da cana com significância de 1% de probabilidade, e 1,86 e 3,70 mg kg<sup>-1</sup>, dentro de E4 e E5, após o segundo corte com significâncias de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente,

por tonelada de escória aplicado no solo. Neste mesmo corte, dentro de E2 e E3, os efeitos foram quadráticos e significativos a 1 % de probabilidade com valores mínimos de 10,69 e 13,98 mg kg<sup>-1</sup> em aplicações de 1,45 e 0,87 toneladas por hectare de escória no solo (Figuras 5A e B).



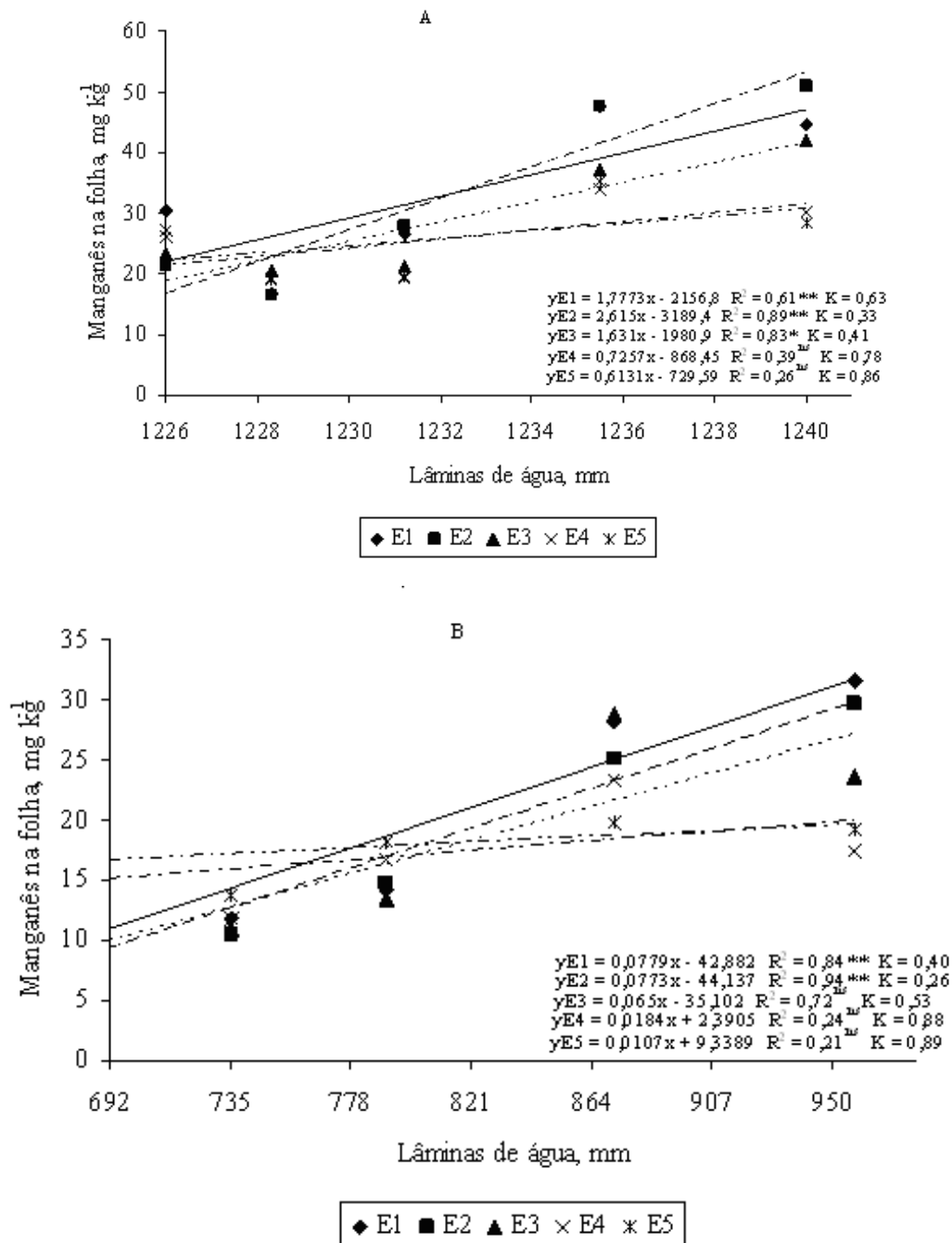
**Figuras 5** - Manganês na folha em função de diferentes aplicações de escória no solo, dentro de cada lâmina de água, após o corte da cana planta (A) e soca (B), São Sebastião – AL, 2008

A quantidade deste elemento, quando o fator foi lâmina, após o primeiro corte, acumulou na folha 0,44; 0,65; 0,41 mg kg<sup>-1</sup> por mililitro de água aplicado no solo de forma linear, dentro de E1, E2 e E3, respectivamente, aos níveis de 1, 1 e 5% de

probabilidades. No segundo corte, dentro de E1 e E2, também houve acréscimo deste elemento na folha com os valores 0,078 e 0,077 mg kg<sup>-1</sup> por mililitro de água, respectivamente, ao nível de 1% de probabilidade (Figuras 6A e B). Madeiros

(2004) estudou o efeito da aplicação de escória siderúrgica no solo no desenvolvimento inicial de cultivares de

cana-de-açúcar, em 90 dias, e foi detectado a presença do Mn.



**Figura 6** - Manganês na folha em função de diferentes lâminas de água, dentro de cada aplicação de escória no solo, após o corte da cana planta (A) e soca (B), São Sebastião – AL, 2008

## CONCLUSÕES

Verificou-se aumento do pH no solo após os dois cortes da cana-de-açúcar.

As aplicações de escória, após o primeiro corte da cana, promoveu aumento na concentração de Zn na folha, no entanto, Cu, Fe diminuiram. Após o segundo corte, as concentrações Zn na folha aumentaram e apenas Fe, diminuiu.

A quantidade de Mn na folha resultou em efeito interativo e diminuiu devido à presença de escória no solo, após o primeiro e segundo cortes. Quando o fator foi lâmina, após o primeiro e segundo corte, houve aumento deste elemento.

## BIBLIOGRAFIA

ACCIOLY, A.G.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; FAQUIN, V.; GUEDES, G.A..A. 2000. Pó de forno elétrico de siderurgia como fonte de micronutrientes e de contaminantes para plantas de milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1483-1491.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes** - 1999. São Paulo: ANDA, 1987-2000.156p.

CONAB. **Acopanhamento da safra brasileira** – safra 2008 segundo levantamento agosto/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/cana.pdf>>. Acesso em: nov. de 2008.

CUNHA J. B. da; MILLO J. L. **Dados climatológicos básicos do Nordeste**: visão preliminar. Recife: SUDENE, 56p. 1984.

CHISTIANSEN, J. E.; HARGREAVES, G. H. Irrigation requirements from evaporation. **Transactions of International Commission on Irrigation and Drainage, New York, v. 3, n. 23. p. 569-596. 1969.**

DASTANE, N. G. **Effective rainfall in irrigated agriculture**. FAO Irrigation and Drainage Paper n. 25. FAO, Rome, 1978.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 235p. (FAO: Irrigation And Drainage paper, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.D. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1975. 179p (Irrigation and Drainage Paper, 24).

DSF. **Projeto de Irrigação**: pivô central rebocável. Rio Tinto-PB: União Agrícola Ltda, 1999. 73p.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2005. 212p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.
- FARIA, R. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 125F. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Viçosa, 2000.
- KORNDÖRFER, G. H.; GASCHO, G. J. Avaliação de fontes de silício para o arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23. Pelotas, 1999. **Anais**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 1999. p.313-316.
- GOMES FILHO, R. R.; TAHIN, J. F. Respostas fisiológicas de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata, l.*) eretos e decumbentes a diferentes níveis de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 56, n. 1-4, 2002. [s.n.].
- HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P., WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation - crop production studies. **Soil Science Society American Proceedings**. v. 40, p. 426-9, 1976. [S.l.]
- LOUZADA, P. T. C. **Eficiência de uma escória de siderurgia como corretivo e fertilizante do solo**. 1987. 52f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.
- MADEIROS, L. B. **Influência do silício sobre a nutrição mineral, trocas gasosas e produção de biomassa de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em solo franco-arenoso**. 2004. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Análise de Solos e Folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. Ed. Agronômica Ceres - São Paulo-SP - 1992.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, 1997. 319p.

PRADO, R.M., FERNANDES, F.M., NATALE, W. **Uso agrícola da escória no Brasil**: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67p.

PRADO, R. M. **Resposta da cultura da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo de acidez do solo**. Ilha Solteira, 2000. 97p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. 2006. Reatividade de corretivos da acidez

e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 849-857.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.V. Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do estado do Rio de Janeiro: Relatório de Pesquisa, Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ, 2006, 107p.